1929-2019

GRAN VÍA, 28



1929–2019

GRAN VÍA, 28

«90 años de innovación y tecnología»





1929–2019

GRAN VÍA, 28

«90 años de innovación y tecnología»

El edificio de Telefónica de Gran Vía cumple noventa años y su inconfundible figura en el punto más elevado de Madrid sigue siendo el símbolo del espíritu de innovación y de transformación tecnológica que ha caracterizado a nuestra empresa desde su fundación.

Noventa años después de la finalización de este edificio singular, vivimos una Revolución Digital que es la mayor revolución que ha vivido la humanidad. Disfrutamos de una acumulación de tecnología como nunca la ha habido. Los ciclos tecnológicos se acortan y el impacto es instantáneo en todos los ámbitos, hasta el punto de que la vida media de las empresas, que en 1965 era de sesenta y cinco años, hoy se ha reducido a tan solo quince años.

Nuestra sede en Gran Vía ha sido testigo de esta profunda transformación tecnológica. Con la construcción del primer rascacielos de Europa, Telefónica se colocó a la vanguardia y con la primera llamada trasatlántica, que se hizo precisamente desde este edificio, entró además en la historia.

Cuando se inició la construcción de este edificio único, en 1926, el objetivo de la compañía era el mismo que el de hoy: desplegar las mejores infraestructuras de telecomunicaciones para ponerlas al servicio de nuestros clientes. Desde aquellos primeros años veinte, la transformación de Telefónica ha sido radical. En 1924 había en nuestro país cuarenta mil kilómetros de circuitos de hilo de cobre. Hoy cubrimos cuarenta veces esa distancia y lo hacemos con fibra óptica. En estos años hemos pasado de apenas ochenta mil abonados de telefonía fija en España, a proporcionar servicios de voz fija y móvil, conectividad de datos y servicios digitales a más de trescientos cincuenta millones de clientes en dieciséis países.

Cada 24 horas desplegamos más de ochocientos kilómetros de fibra, cursamos tres mil millones de minutos de voz, nuestras redes transportan una cantidad de datos equivalente a setenta millones de capítulos de nuestra serie favorita, conectamos a las personas en los puntos más remotos del planeta, acercamos la educación digital a nueve mil niños y sumamos mil horas de esfuerzo de los Voluntarios Telefónica.

El edificio de Gran Vía ha sido testigo, pero también protagonista de esa transformación. Nació como una gran central telefónica, como una fábrica de voz. Alojó algunos de los equipos que daban soporte a aquellas cuarenta mil líneas que ya han desaparecido, pero que en su momento supusieron la culminación de un esfuerzo que en apenas cinco años revirtió el atraso en el que estaba sumida la telefonía en España. Apenas un siglo después, nos hemos convertido en una fábrica de datos. De redes de telecomunicaciones antiguas y manuales a las redes digitales de hoy, este espíritu innovador perdura, es una de nuestras señas de identidad y nos ha conducido a lo que somos.

Hoy Telefónica es una de las diez primeras compañías del mundo en su sector. Hemos sido, somos y seremos una empresa tecnológica, y seguimos trabajando para continuar innovando y ofrecer la mejor conectividad y servicios a nuestros clientes.

Nuestra historia centenaria de transformación se sigue escribiendo cada día. La combinación del 5G, el *cloud*, el *IoT* y la Inteligencia Artificial permitirá que cien mil millones de personas y cosas estén conectados dentro de unos años y el tráfico de datos siga creciendo exponencialmente. Es difícil imaginar qué nuevos servicios y disrupciones tecnológicas nos esperan, pero hay una cosa cierta y es que todas esas novedades discurrirán por nuestras redes. El futuro pasa por las redes de Telefónica.

El nuevo mundo digital que estamos construyendo entre todos tendrá su motor en la tecnología, pero su alma debe estar en los valores, para que esa promesa de futuro llegue a todos, en un futuro más inclusivo y más justo. Para que el salto desde el mundo analógico al digital nos permita decir con orgullo en el siguiente centenario que desde la azotea de nuestro edificio de Gran Vía se vislumbra un futuro mejor y que Telefónica se ve más joven e innovadora que nunca.

José María Álvarez-Pallete

Presidente de Telefónica



Índice

■ Incluye enlace audiovisual



Trabajos de canalización en
la plaza de la Cebada, Madrid,
1925 (Alfonso).

Introducción

Este libro describe la evolución tecnológica de Telefónica en las nueve décadas de existencia de Gran Vía 28, de 1929 a 2019. Las instalaciones que alberga hoy resultarían irreconocibles para los que vivieron durante su construcción, aunque su figura de rascacielos neoyorquino seguiría siendo tan familiar para esos hipotéticos viajeros en el tiempo como para nosotros. «La Telefónica» no es solo un icono de la Compañía, es también uno de los hitos urbanos de Madrid.

Lo que muy pocos viandantes de 1929 y de 2019 podrían sospechar es que esa fachada de granito y caliza, con su espectacular portada barroca, encierra un edificio industrial. Se construyó, ante todo, para ser central telefónica, el contenedor que protege los equipos necesarios para que los clientes

puedan comunicarse entre ellos. Podría haber sido como una fábrica, con paredes ciegas y sin decoración, pero entonces no se habría ganado la admiración del público ni el pequeño lugar que merece en el corazón de la cultura popular española.

Para saber por qué Telefónica construyó un rascacielos así en aquel momento hay que remontarse a 1924, el año en el que se fundó la empresa. La situación de la telefonía en España era de un atraso notable, en comparación con el resto de Europa que, a su vez, estaba lejos del desarrollo de Norteamérica. En 1922, en España había 0,36 teléfonos por cada cien habitantes, por 3,3 en Alemania, 2,3 en Gran Bretaña y 12 en Estados Unidos.

La red era antigua, toda manual, y la gestionaban distintas concesionarias y entidades locales. Entre las primeras, destacaba la Compañía Peninsular de Teléfonos, propietaria de las redes urbanas de Madrid y Barcelona. En Madrid, la Peninsular adquirió en 1895 la Compañía Madrileña de Teléfonos, que prestaba servicio desde 1887 en la central de la calle Mayor. Había otras dos centrales urbanas, más modernas, en las calles Jordán y Hermosilla y una central interurbana en Alcalá 1, desde la que se cursaban las «conferencias».

España era un caso peculiar en Europa, donde el servicio telefónico era un monopolio explotado por las administraciones de Correos y Telégrafos. Es lo que denominaremos «modelo europeo». En Estados Unidos la situación era muy diferente. Había una gran compañía, American Telephone & Telegraph, que gozaba del monopolio *de facto* de las comunicaciones interurbanas y controlaba a través de sus filiales regionales el setenta por ciento de las líneas urbanas. AT&T cotizaba en Bolsa y tenía más de un millón de accionistas, contaba con un suministrador de equipos propio, Western Electric y unos laboratorios de investigación excepcionales, los Bell Labs. Las operaciones de AT&T se limitaban a Estados Unidos y Canadá, la red era muy eficiente y se encontraba en un proceso avanzado de automatización. Es el «modelo americano».

Siguiendo este modelo, nació International Telephone and Telegraph, una sociedad sin relación accionarial con AT&T, aunque es obvio que inspirada en el modelo de esta, con la visión de construir una red telefónica y telegráfica mundial. Sus fundadores, los hermanos Sosthenes y Hernand Behn, iniciaron su andadura en este negocio con la adquisición de una operadora muy pequeña en Puerto Rico en 1914, a la que siguió la toma de control de la Cuban Telephone Company en 1916. En 1920 crearon ITT a


DATOS ELOCUENTES

Y acaso desconsoladores, si consideramos el lugar que ocupa España; pero esto mismo debe estimularnos a levantar nuestros corazones y entusiasmos para trabajar sin desmayo hasta ver realizados los proyectos de la Compañía, planteados en armonía con las aspiraciones de todos los españoles. El lugar que ocupemos telefónicamente es, en efecto, muy inferior, y eso mismo da idea del esfuerzo que se disponen a desarrollar la Compañía y su personal.

Estadísticas sobre densidad telefónica, ***Revista Telefónica Española***, **año I, n.º 4 (abril de 1925), p. 5.**

11 Fachada de la central de la calle Hermosilla antes de su remodelación. Este edificio fue proyectado por el arquitecto Enrique Martí Perla y se inauguró en 1916. Madrid, 1924 (Marín).



la que traspasaron esos activos. Desde 1922 prepararon un proyecto de modernización de la red española inspirado en el modelo americano.

En abril de 1924 se constituyó la Compañía Telefónica Nacional de España para concurrir al concurso de concesión de la red, al extinguirse el periodo de vigencia de las anteriores. ITT era el accionista mayoritario. En agosto se resolvió el concurso en favor de la CTNE, que firmó un contrato en el que se comprometía a construir una red completamente nueva, obteniendo a cambio la concesión del monopolio[1]. De inmediato, se organizó la compañía con organigrama, métodos y materiales estadounidenses y toda la filosofía del negocio de aquel país. En los primeros años, hubo directivos de ITT en los departamentos clave, como Ingeniería o Publicidad, que trajeron consigo las ideas sobre organización científica del trabajo que dominaban la telefonía de Estados Unidos. También hubo mandos cubanos, formados en esa manera de trabajar, para facilitar la transmisión de los conocimientos. Años más tarde, algunos empleados de la CTNE desempeñaron un papel similar, trasladándose de forma temporal a las operadoras que ITT constituyó o adquirió en América del Sur, Rumanía e incluso en el enclave colonial de Shanghái.

Uno de los elementos críticos del programa de modernización era la construcción de centrales para los nuevos equipos automáticos. En el modelo americano, estos edificios tenían que adoptar el lenguaje arquitectónico del lugar en el que se construían, para disimular su naturaleza industrial y no producir rechazo estético en el público. Además, en las principales ciudades, la central más importante tenía que construirse en una zona privilegiada, y debía ser un rascacielos con cuatro funciones: central automática, cuartel general, oficina comercial y edificio-anuncio de la compañía propietaria. Así ocurría en Nueva York, Boston, San Francisco o Montreal, donde pueden encontrarse edificios muy similares a Gran Vía 28. ITT imitaría esta costumbre con su sede en Manhattan y con los rascacielos de Madrid y de La Habana, prácticamente coetáneos. En Europa no había nada parecido. Las centrales telefónicas de Francia, Alemania o Gran Bretaña ocupaban parte de los edificios de Correos y los centros de decisión eran departamentos ministeriales. La Telefónica causó sensación a ojos de los españoles y de los europeos. En febrero de 1929, la revista *Nuevo Mundo* publicó una fotografía del edificio, tomada por José Gaspar desde un biplano. El pie de la imagen decía:

> El Palacio de la Telefónica. La torre más enhiesta de esta Babel del vivir moderno. Sus remates parecen aguzarse en un ansia aún no contenida de más altura. Sobre el paisaje de Madrid, el edificio de la Telefónica destaca señero, como retando, con su enorme mole de hierro y de piedra, prodigio de audacia constructiva y rapidez […], a las viejas torres, a los viejos campanarios, a los viejos tejados de antaño…[2]

Para quien conociese el negocio telefónico de Estados Unidos, el proyecto resultaba mucho más natural. La doctrina del modelo americano se resume en el siguiente párrafo de Ignacio de Cárdenas, el arquitecto de Gran Vía. Apareció en 1927 en la *Revista Telefónica Española*, el órgano informativo de la CTNE:

1 Antonio Pérez Yuste, «La creación de la Compañía Telefónica Nacional de España en la Dictadura de Primo de Rivera», *Cuadernos de Historia Contemporánea*, vol. 29 (2007), pp. 95-117.

2 Juan Ferragut, «El "álbum" aéreo de Madrid», *Nuevo Mundo*, año XXXVI, n.º 1831 (22 de febrero de 1929), pp. 30-31.

Visita a las obras de Gran Vía el 13 de octubre de 1928, con motivo de la inauguración del servicio telefónico con Estados Unidos, 1928 (Contreras y Vilaseca).

Desde la izquierda, Sosthenes Behn, presidente de ITT; S. M. Alfonso XIII; Lewis Proctor, vicepresidente de la CTNE, y el marqués de Urquijo (cubierto), primer presidente de la Compañía.



> Difícil comparación tiene el edificio telefónico con otros destinados a fines parecidos, pues si es esencialmente un edificio de carácter industrial, es también una embajada de la Compañía en las ciudades españolas, y ha de ser, como ella, popular, suntuoso, útil y rico. También es un anuncio. Sin el anuncio fracasan hoy en día todas las empresas que del público viven, y un buen anuncio ha de estar enclavado en el mejor lugar de la ciudad.[3]

Esta forma de trabajar moldeó la CTNE original, que se mantuvo como filial de ITT hasta la nacionalización de 1945. Incluso después de este año, muchas de sus ideas permanecieron como parte de la cultura organizativa, aunque los propios gestores y trabajadores no fueron siempre conscientes de ello.

Ese mismo año, José María de la Vega Samper, sucesor de Cárdenas en el Departamento de Edificaciones y que había sido de los primeros empleados de la CTNE, escribió:

> He elegido para el final decir dos palabras sobre el edificio de Madrid en que tiene su sede nuestra Compañía. Con un especial simbolismo, que no quiero pasar por alto, cuando pasados varios siglos un futuro historiador se dedique al estudio del progreso de España en el siglo xx, habrá de recordar que en su primer tercio, se fundó la Compañía Telefónica Nacional de España, importándose de otro gran pueblo la técnica, la organización y los elementos que habrían de constituir la base de su pujanza; y de este modo, en estrecha colaboración americanos y españoles, lograron establecer un servicio telefónico en España difícil de superar en cualquier otro país.[4]

El nexo con ITT se mantuvo a través de Standard Eléctrica, suministrador de equipos casi único hasta los años setenta. Los departamentos técnicos de la CTNE procuraron estar al día de las novedades que aparecían en los laboratorios de Estados Unidos. La inquietud por incorporar estos avances para mejorar el servicio es una seña del modelo americano, en el que la tecnología era el principal motor de crecimiento del negocio.

En el plano organizativo, el Estado pasó a ser accionista mayoritario, pero Telefónica nunca se convirtió en un organismo del gobierno como en la mayoría de los vecinos europeos, ni siquiera se integró en el Instituto Nacional de Industria, sino que se mantuvo como una sociedad anónima cotizada. Esta peculiaridad jurídica facilitó financiar el crecimiento de la red durante la etapa desarrollista con las ampliaciones de capital suscritas por pequeños inversores, las «Matildes». Esto contrasta con la situación de los países de nuestro entorno, en los que la red de telecomunicaciones funcionaba con cargo a los impuestos y fue casi siempre deficitaria.

Volviendo a los años de creación de la CTNE, el edificio se construyó para instalar cuarenta mil líneas de equipo automático, que tenían que sustituir a la central manual de la calle Mayor. Esa fue su principal razón de ser, tal y como se anunciaba desde la valla publicitaria durante los años que duró su construcción, de 1926 a finales de 1929. También acogió las operaciones interurbanas de la central de Alcalá 1. Al terminar las obras, la red telefónica española era muy diferente de la de 1924, con cambios tan significativos durante ese lustro como la completa automatización de Madrid y Barcelona.

3
Ignacio de Cárdenas, «El Departamento de Edificios. Notas de su varia y acertada actuación», *Revista Telefónica Española*, vol. III, n.º 8 (agosto de 1927), pp. 12-21.

4
José María de la Vega Samper, «El diseño y distribución de edificios telefónicos y su construcción», conferencia n.º 18 de la II Reunión de Jefes Técnicos, Madrid, 1945, CTNE.

15 Valla en Gran Vía 28 al comienzo de las obras con el anuncio de instalación de una central automática de cuarenta mil líneas y la imagen de un disco de marcación decádica, entonces desconocido para el público, 1925 (Alfonso).



16 Mesa de información internacional de la central de Gran Vía, Madrid, 1929 (Marín).



Gran Vía 28 fue motivo de orgullo para la Compañía y sus empleados en el momento de su finalización. Con sus casi noventa metros de altura, se convirtió en el primer rascacielos de Europa y en el edificio más alto del continente. Contenía los equipos más modernos del momento: conmutadores automáticos *Rotary*, conocidos como «cerebros mecánicos», sistemas de transmisión que permitían establecer conversaciones de calidad entre cualquier par de ciudades del país y enlaces con los centros de onda corta que obraban la comunicación casi milagrosa con Santa Cruz de Tenerife, Nueva York o Buenos Aires. Todos los cables entraban y salían del edificio por una galería subterránea, sin perjudicar la estética, y la figura de zigurat cambió para siempre el perfil urbano de Madrid. Es natural que nadie lo identificara con una factoría, aunque el aspecto interior de sus zonas técnicas, muy pocas veces vistas por ojos profanos, es el de una nave industrial.

La longevidad del servicio de Gran Vía 28 no se explica por la modernidad de 1929, sino por la continua adaptación al cambio de sus funciones. La historia del edificio sirve de hilo conductor de la transformación tecnológica de Telefónica a lo largo de noventa años. El rascacielos cobijó los primeros experimentos de telefonía móvil en los años cincuenta, fue punto de partida de los primeros enlaces de microondas y cables coaxiales, recibió algunos de los primeros terminales informáticos para el servicio de información «03», acogió equipos de la primera red pública de datos del mundo… Todas las generaciones tecnológicas han pasado por sus salas de equipos, en un proceso cada vez más acelerado de nacimiento, auge y ocaso. Quedan ya muy pocos clientes que hayan enviado o recibido un telefonema, nadie utiliza el servicio de información horaria para poner en hora un reloj de cuerda, aunque en 1966 recibía más de cien mil llamadas diarias y solo la generación más veterana recuerda lo que era marcar el «09» para hacer una llamada fuera de su provincia.

Otros servicios más próximos en el tiempo empiezan a desvanecerse de nuestra memoria, como la telefonía móvil analógica que conocimos como *MoviLine*, el buscapersonas, *InfoVía*, la puerta que abrió el acceso masivo a Internet, las tarjetas de prepago para las cabinas públicas o las propias cabinas.

Cambiar está en la naturaleza de un negocio en el que hay pocos elementos tecnológicos que sobrevivan



17 Instalaciones de acometida eléctrica en el subsótano de Gran Vía.

décadas. El único que aún puede encontrarse con la misma función que en 1929 es el par de hilos de cobre que une el domicilio de cada cliente con su central, pero está en rápido retroceso ante el auge de la fibra óptica. En unos pocos años será una reliquia como los terminales con disco de marcación decádica o la voluminosa guía telefónica impresa que ya es solo parte del paisaje sentimental.

A pesar de tantos cambios, ahí sigue el rascacielos, que ha visto cómo todo esto ocurría entre sus muros. Ya no es la sede central de Telefónica, pero sigue siendo su sede social y central telefónica. Algunos de los espacios técnicos que permanecieron décadas escondidos de los ojos profanos hoy son centros de creación y debate como el auditorio que albergó equipos electromecánicos durante sesenta años. Los viandantes ya no entran a hacer llamadas desde el locutorio, pero se forman largas filas de espera para poder ver las exposiciones que acoge. Otras dependencias se mantienen intactas, como la espectacular y lujosa Sala del Consejo y la muy recóndita, oscura y subterránea galería de cables.

Esta historia de la tecnología en Telefónica se desarrolla siguiendo el orden cronológico. Viajaremos a los orígenes del proyecto y recorreremos todo el trayecto vital de Gran Vía 28. En los primeros capítulos se describe cómo era la tecnología de la CTNE original: conmutación manual, cableado, conmutación automática, transmisión y radio y energía. Tras la Segunda Guerra Mundial, aparecieron avances que en gran medida fueron producto del esfuerzo bélico, como los enlaces de microondas y los semiconductores. Este segundo periodo duró hasta finales del siglo xx, cuando la telefonía empezó a explotarse en régimen de libre competencia. Durante la segunda mitad del siglo, la CTNE incorporó equipos electromecánicos más avanzados, desarrolló nuevos servicios y terminó digitalizándose. La última etapa llega hasta nuestros días con la irrupción de Internet, la telefonía móvil, la televisión, primero por ADSL y luego por fibra óptica, y la convergencia de todas las redes.

19 Locutorio móvil de la década de los años setenta del siglo xx. Un servicio olvidado; en una época sin telefonía móvil, se usaba para dar conexión telefónica a los periodistas que cubrían actos de masas, como acontecimientos deportivos o espectáculos.





Vista de las obras con el edificio provisional de Fuencarral ya completado, noviembre de 1926 (Marín).



I.

El edificio

La construcción de un rascacielos era una consecuencia del modelo telefónico de negocio norteamericano importado por ITT. Desde finales de la Primera Guerra Mundial, American Telephone & Telegraph promovió la construcción de centrales automáticas-rascacielos en las principales ciudades de Estados Unidos. El ejemplo más representativo es el edificio Barclay-Vesey en Nueva York, proyectado en 1923 por el arquitecto Ralph Thomas Walker. Esta obra tuvo una gran influencia en el diseño del resto de *Telephone Palaces* como se llamó a estas construcciones. La Telefónica de Gran Vía se concibió como palacio telefónico e incluso se usó este nombre en la publicidad de los primeros años, pero la expresión no hizo fortuna entre el público español.

ITT creó en la CTNE un Departamento de Edificaciones para que funcionase como un estudio de arquitectura norteamericano a pequeña escala, con la colaboración ocasional de profesionales externos. Al frente se contrató al joven Ignacio de Cárdenas Pastor, titulado en 1924 por la Escuela de Arquitectura de Madrid.

Los edificios eran un elemento clave para cumplir los plazos del contrato con el Estado, así que en el acuerdo original de asistencia técnica entre ITT y la CTNE, la empresa de Manhattan se reservaba «preparar todos los planos de las plantas para los edificios telefónicos que tuvieran que ser construidos o reconstruidos».

La historia de la gestación del proyecto del rascacielos de Gran Vía está bien documentada, gracias a las memorias y artículos de Cárdenas, al expediente de obra conservado en el Archivo Municipal[1] y a las numerosas noticias que la *Revista Telefónica Española* dedicó a su progreso. En 1984, se publicó un manual de obligada referencia *El edificio de la Telefónica*, del profesor Pedro Navascués[2]. Fue en esta obra donde apareció por primera vez una selección de dichas memorias. El cuaderno original se pudo ver en 2016 en el Espacio Fundación Telefónica, cedido temporalmente por los herederos para la exposición dedicada a la vida del arquitecto.

El solar se adquirió en julio de 1925[3] en el punto más alto de la Gran Vía. La CTNE había pensado en convocar un concurso para el anteproyecto, pero la idea se desestimó debido a las dificultades que se habían presentado en un proceso similar para el edificio de Barcelona.

> Entonces, el Duque de Alba que presidía el Consejo de Administración de Standard Eléctrica (compañía filial, también, de ITT), recomendó se encargase el trabajo a Don Juan Moya, Profesor de la Escuela de Arquitectura de Madrid.[4]

Ignacio de Cárdenas Pastor en un primer plano extraído de la película documental, *Las grandes construcciones de la CTNE*.



La recomendación se explica porque el duque de Alba, un erudito y miembro de la Academia de Bellas Artes era admirador del estilo de Moya. Cárdenas participó desde el inicio del proyecto de Gran Vía como coautor.

> El señor Moya puso por condición el que yo colaborase con él en el anteproyecto, gesto de compañerismo acrecentado al ofrecerme la mitad del importe de los honorarios a percibir. Piénsese en las diferencias que había entre los dos arquitectos. Moya, académico, en plena fama, que había sido unos años antes mi querido profesor, y yo, un arquitecto jovencísimo.[5]

Pronto se manifestaron las diferencias de criterio entre ambos arquitectos, separados por una generación y en circunstancias profesionales muy diferentes.

1 Ayuntamiento de Madrid, expediente de obra 14-495-13, 1 de octubre de 1925, 117 páginas.

2 Pedro Navascués Palacio y Ángel Luis Fernández Muñoz, *El edificio de la Telefónica*. Madrid: Espasa Calpe, 1984.

3 «Empiezan las grandes construcciones», *Revista Telefónica Española*, vol. I, n.º 8 (agosto de 1925), p. 8.

4 Memorias manuscritas de Ignacio de Cárdenas.

5 *Ibid*.





Perspectiva de la sede de ITT en Nueva York, dibujada por Louis S. Weeks hacia 1926.

Sede de la Cuban Telephone Company en La Habana, 1926-1927. Arquitecto Leonardo Morales.

Moya era una figura consagrada y Cárdenas era empleado de la CTNE.

> Como la Telefónica quería que hiciésemos algo muy español, naturalmente nos inclinamos al Barroco de Madrid. [...] Moya se lanzó a proyectar una fachada a la Gran Vía que cuajó en toda su altura de decoración barroca. Cada ventana estaba encuadrada por pilastras y frontones, hojarasca retorcida, conchas y no sé si angelotes que sostenían cada jamba. Algo de locura. Y la portada, que llegaba hasta el piso tercero o cuarto recordando por su epiléptica decoración a la del Hospicio madrileño, pero en peor.[6]

La tensión desembocó en el abandono de Moya y Cárdenas quedó en solitario al frente del proyecto más importante de la CTNE. Pesó más la determinación de la Compañía por controlar el proyecto que el juicio profesional del arquitecto principal. Haciendo de la necesidad virtud, la CTNE asignó entonces a Cárdenas la elaboración en solitario del proyecto. Para asegurarse de que Cárdenas entendía la clase de edificio que ITT deseaba, le enviaron a Nueva York a recibir instrucciones del arquitecto jefe de la empresa, Louis S. Weeks[7].

> En Nueva York Mr. Weeks, que este era el nombre del arquitecto de la ITT me acogió muy cordialmente. Había estudiado en París, en [la escuela de arquitectura de] *Beaux Arts*, y en francés nos entendíamos. Empezamos a dibujar juntos un anteproyecto, acompañándome en las visitas a toda clase de obras, y si de mucha cosas me asombré, en cambio vi palpablemente que en América no tenían ni idea de Europa, de España, llegándome a preguntar en una gran compañía constructora si conocíamos las vigas laminadas de hierro.[8]

Louis S. Weeks era un veterano, formado en la Universidad de Columbia y la Escuela de París. Era el autor del proyecto de la sede de ITT en Manhattan, que se construyó entre 1926 y 1928. En ese mismo periodo,

6
Ibid.

7
La revista de ITT calificaba en 1925 a Weeks como «*consulting architect*» del proyecto. Cárdenas no negó nunca su colaboración y en una ficha de los años cincuenta para la asociación americana de arquitectura, Weeks citó Gran Vía entre sus obras.

8
Cárdenas, memorias manuscritas.

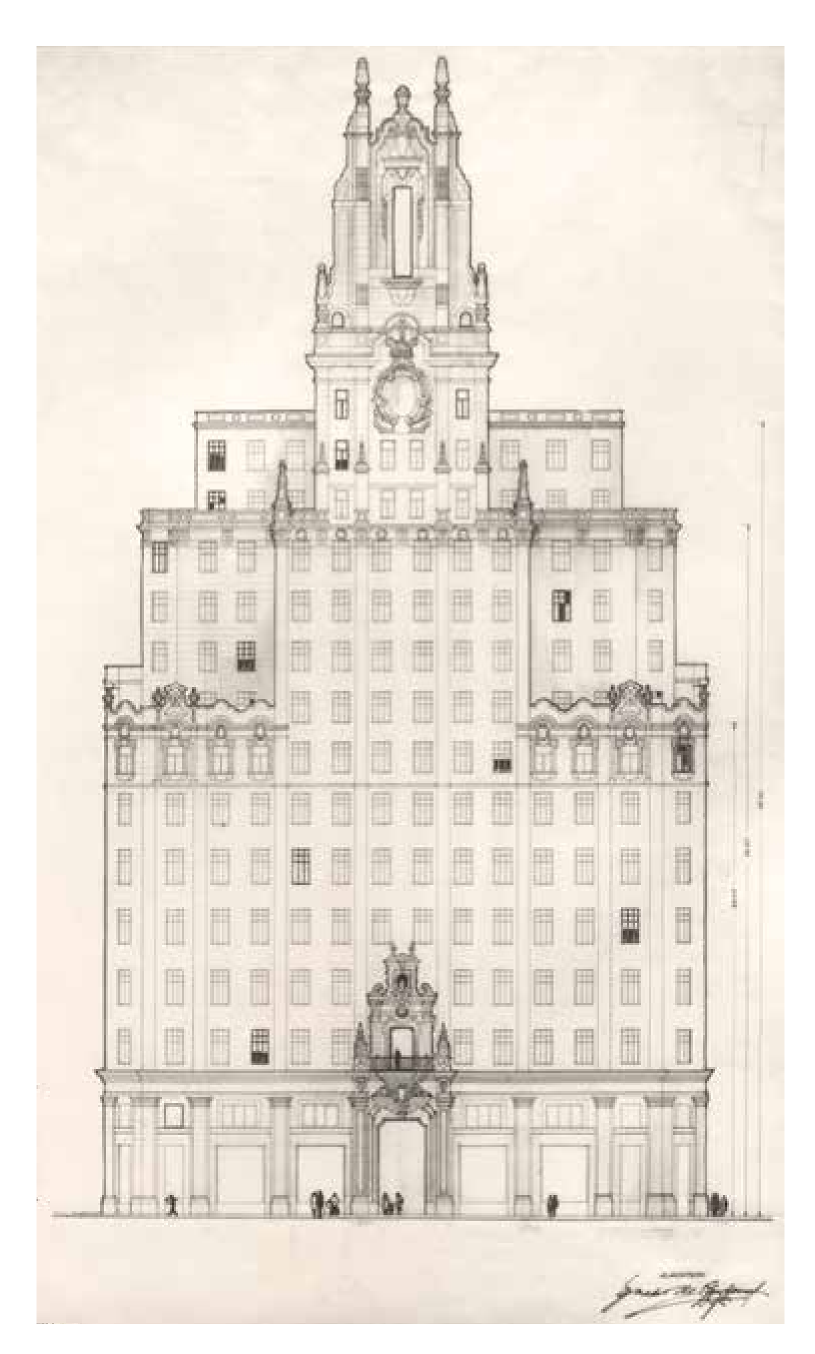
Alzado de la fachada principal del nuevo edificio de Gran Vía con la firma de Ignacio de Cárdenas Pastor.

se estaba edificando el tercer palacio telefónico de la empresa, el de Cuba. El arquitecto era Leonardo Morales, que firmó el proyecto junto a su hermano Luis, ingeniero civil. Leonardo era un arquitecto famoso y alumno de Columbia como Weeks, el estudio de los Morales fue uno de los más importantes de la capital cubana. Cárdenas contrajo matrimonio justo antes de su viaje a Nueva York. Los recién casados pasaron antes por La Habana, la ciudad de la que procedía la familia paterna, que había pertenecido a la nobleza criolla en tiempos de la colonia. El *Almanaque ITT* de 1928 dedica una página a la descripción de los tres nuevos edificios.

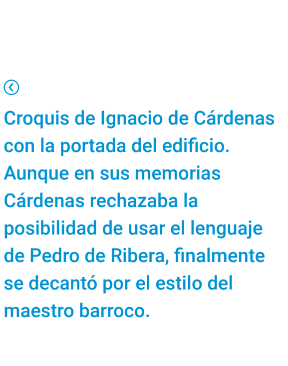
El conocimiento de primera mano de la arquitectura neoyorquina debió de causar una honda impresión en Cárdenas. No menciona ninguna obra concreta, pero es forzoso pensar que entre las visitas que hizo se encontraría el Barclay-Vesey, completado en 1926 y que destacaba entonces en el *Lower Manhattan*, con sus treinta y dos pisos y 152 metros de altura.

> Tuve que luchar porque no cayese Weeks en las mismas extravagancias que don Juan Moya, y acepté sin embargo que las fachadas siguiesen las normas vigentes en aquellos años en cuanto a alturas y retranqueos a medida que esta —la altura— aumentaba, formando los llamados *set backs*.[9]

Este pasaje es un indicio de que el proyecto se gestó a grandes rasgos en Nueva York, siguiendo las normas propias de aquella ciudad, lo que daría después pie a la polémica sobre si Cárdenas fue o no en realidad el autor. Esto no es así, lo que sucedió es que el estudio de Weeks puso en marcha la maquinaria y dio a Cárdenas instrucciones para organizar el Depar-



9 *Ibid*.



Croquis de Ignacio de Cárdenas con la portada del edificio. Aunque en sus memorias Cárdenas rechazaba la posibilidad de usar el lenguaje de Pedro de Ribera, finalmente se decantó por el estilo del maestro barroco.

Hornacina de Pedro de Ribera para la escultura de *San Isidro* de Juan Villabrille y Ron en el puente de Toledo (Alfonso). Los hermanos Sosthenes y Hernand Behn tenían en sus oficinas de Nueva York un cartel publicitario de Madrid con esta imagen.





tamento de Edificaciones y continuar con el proyecto. Sosthenes Behn, había pedido a Cárdenas que el edificio fuese de estilo español, entendiéndose por tal entonces el neoplateresco, muy de moda en el Caribe en la época. Es el estilo que se usó en el rascacielos de La Habana y en la central telefónica de Santurce (Puerto Rico), obra de Louis S. Weeks.

> Como se nos había impuesto la erudición de adoptar en las fachadas un clásico estilo español (que en el primer momento me disgustó por ser yo de una generación de arquitectos que terminábamos la carrera después de años y años de estilo renacimiento español), advirtiéndome, en Madrid el señor Behn, que tenía que proyectar un edificio que halagase al posible comprador de acciones, es decir a la masa burguesa y conservadora, se fueron haciendo croquis de la fachada principal procurando yo convencer a Weeks de lo absurdo de repartir por toda ella, en toda su altura, los escudos de las provincias españolas, algo que recordase a la Casa de las Conchas de Salamanca, que le había impresionado enormemente.[10]

El manuscrito de Cárdenas deja constancia de la preocupación de Behn por «halagar al posible comprador de acciones». El valor de la arquitectura como representación del poder financiero de la casa propietaria y, en consecuencia, como promesa de futuros dividendos, era una idea común en el mundo de los negocios de Nueva York.

10 *Ibid.*



Valla del solar adquirido por la Compañía con el anuncio «Perspectiva del edificio en construcción», 1927.

«La Ciudad Telefónica». Esta ciudad ideal, con todas las centrales de nueva construcción de la CTNE, entre las que destaca Gran Vía, es un recurso publicitario del que hay antecedentes en las revistas de American Telephone & Telegraph. Muestra la gran capacidad de trabajo del Departamento de Edificaciones de la Compañía.



El emplazamiento del edificio requiere, por ser un punto de gran circulación, un carácter muy ciudadano, con el empaque señorial del que quiere y puede hacer ostentación de su riqueza y de su importancia.[11]

Con el proyecto a medio acabar Cárdenas regresó a Madrid y fue entonces cuando el Departamento de Edificaciones comenzó a funcionar «con arquitectos, ingenieros, aparejadores y delineantes, además del señor encargado de los locales y contratos, y del personal administrativo necesario».

Lejos de Weeks, Cárdenas pudo imprimir su sello personal al edificio. El diseño definitivo es un edificio de trece plantas, dos sótanos y 89,3 metros de altura. A partir de la octava empieza el primer cuerpo retranqueado de cuatro alturas, a la manera neoyorquina, y el segundo corresponde a los pisos doce y trece. La torre central destaca una planta más por encima de ese tercer cuerpo y oculta un depósito de cuarenta mil litros de agua en su elaborado remate.

Aunque el autor había manifestado su disgusto por la intención de Moya de incluir una portada como la del Hospicio, al final diseñó una entrada inspirada en Pedro de Ribera[12].

Indudablemente es el barroco un estilo de amplias posibilidades modernas, y en su tratamiento admite las innovaciones últimas, adaptándose maravillosamente a un edificio como el nuestro, en que riqueza decorativa exterior y su gran poder de publicidad son digno marco de la utilidad indudable de los servicios que encierra.[13]

11

Ignacio de Cárdenas Pastor, «El Edificio de la Compañía Telefónica Nacional de España en Madrid», *Arquitectura*, n.º 106 (febrero de 1928); reproducido en Ángel Urrutia Núñez (coord.), *Arquitectura española contemporánea. Documentos, escritos, testimonios inéditos*. Madrid: Universidad Autónoma y Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 2002, pp. 96-98.

12

El artículo anónimo de octubre de 1926 «Empiezan las obras del edificio de Teléfonos de Madrid» contenía una somera historia del barroco en Madrid, con elogios para Juan de Mora, Churriguera y Pedro de Ribera. *Revista Telefónica Española*, vol. II, n.º 10 (octubre de 1926), p. 12.

13

Cárdenas, *op. cit.* 1928 (2002), p. 96.

Prueba de carga del forjado
en el edificio de Gran Vía, 1927.



A finales de 1926 comenzaron las labores de excavación y en marzo de 1927 empezó la construcción de la estructura. Las fechas son importantes, porque los edificios eran una pieza importante del plan de desarrollo de la red y Gran Vía llegaba tarde para la automatización de Madrid. Tenía que sustituir a la vetusta central manual de Mayor, y en ningún momento se pensó en instalar equipos automáticos en ese lugar. La solución fue levantar una central provisional en la parte trasera del solar, con fachada a la calle Fuencarral. Entró en servicio el 29 de diciembre de 1926, cuando se pasaron todos los teléfonos de Madrid del sistema manual al automático. Para conseguirlo, hubo que conectar a los abonados de Mayor con la provisional, por la galería subterránea Sol-Fuencarral.

Este edificio era una nave de apariencia fabril, debida también a Cárdenas. En él se instalaron las primeras siete mil líneas automáticas para la zona



Vista de las obras en el edifico
de Gran Vía, octubre de 1927.
La central provisional de
Fuencarral ya resulta invisible
desde la Gran Vía.

29 **Vista general de la estructura metálica del edificio de Gran Vía, desde la calle de Alcalá, Madrid, 1927.**



centro, que después se trasladaron a la planta segunda del rascacielos cuando estuvo preparada en 1929.

La central provisional debería haberse derribado poco después de concluir las obras, para dejar sitio a la ampliación prevista. Sin embargo, esto no ocurrió. La crisis de 1929 enfrió la demanda de nuevas líneas y en las salas de equipos de conmutación quedaba espacio vacante. La guerra y la depresión económica posterior pospusieron la ampliación hasta principios de los años cincuenta. Mientras tanto, la provisional se usó como escuela.

La construcción de la Telefónica de Gran Vía fue un desafío técnico y organizativo de gran magnitud que Cárdenas y su equipo supieron resolver en un plazo de tres años. Es lo mismo que llevó construir el Barclay-Vesey, con la diferencia de que en Madrid muchos de los procedimientos se aplicaban por primera vez. Además, el Departamento de Edificaciones estaba involucrado en múltiples proyectos; solo una organización bien engranada podía producir a tal ritmo. Al concluirse las obras, Cárdenas se instaló con su equipo en la planta trece.

La cimentación resultó compleja por las dimensiones del edificio, hasta entonces desconocidas en España, la sobrecarga por unidad de superficie impuesta por los equipos (del orden de ochocientos kilogramos por metro cuadrado) y la cercanía del Metro a la fachada de la calle Fuencarral.

La distribución interior destaca por el espacio libre que proporcionaba el esqueleto de acero, revestido para evitar un posible colapso en caso de incendio, un riesgo muy presente en estas instalaciones. Los servicios y escaleras se distribuyen en torno al patio de luces central y dejan una gran superficie exenta. En los proyectos del Departamento de Edificaciones el propósito práctico del edificio como contenedor de equipos y sus posibilidades de ampliación futura primaban sobre cualquier otra consideración.

Las ventanas, traídas desde Estados Unidos, eran todas metálicas de tipo guillotina con contrapesos. En las instalaciones auxiliares se usaron los métodos más avanzados de la época. Destacan por su larguísima vida útil los ascensores Otis.

> En subsótano: calefacción, carbonera, duchas de fogoneros, bombas de agua, ventilación, electricidad, imprenta y almacenes. En sótano: calefacción [...], servicios sanitarios, entrada de cables telefónicos subterráneos, cajas fuertes [...] y almacenes diversos.



Detalle del mural del vestíbulo principal, con una leyenda que indica las fechas de inicio y finalización de las obras del edificio.
En la esquina inferior derecha se puede ver la firma de Hipólito Hidalgo de Caviedes, que completó el mural en 1930.

En planta baja: con entrada por la Gran Vía, gran vestíbulo público con oficinas de contratos, reclamaciones, cobros y pagos. [...] En la planta 1ª: oficinas y servicios médicos. Las plantas 2ª y 3ª se dedican a la instalación del equipo automático. Las 4ª y 5ª, a líneas interurbanas, oficinas y salas de descanso, comedor, guardarropas y dormitorios de señoritas operadoras. Las restantes plantas, hasta la 12 inclusive, alojarán todas las oficinas de la Compañía. La planta 9ª se dedica a la Dirección, Sala del Consejo, etc.[14]

En todo el proyecto coexisten, en ámbitos diferenciados, los espacios vetados al público, de diseño austero, y los representativos, concebidos para fascinar al visitante:

La decoración se limitará a los locales públicos y de Dirección; en el resto serán las oficinas en plan de extremada sencillez y claridad.[15]

El vestíbulo y la planta noble concentran todos los elementos característicos de los palacios de AT&T: taraceas en mármol, maderas nobles, cerrajería artística...

Un mural de Hipólito Hidalgo de Caviedes que representaba la red a finales de 1930, ocupa el lugar privilegiado del patio de cristales. Mucho antes de ser un pintor afamado, Hidalgo de Caviedes trabajó para el Departamento de Edificaciones. En algunos de los dibujos originales se conserva su firma.

Todo el proceso constructivo se documentó gráficamente, destacando las series realizadas por Alfonso. Este procedimiento era rutinario en Estados Unidos y hay también una serie muy similar del rascacielos de La Habana. Las fotos servían después para confeccionar reportajes que se incluían en revis-



Trabajos de cantería de la parte inferior del escudo de España para el edificio de Gran Vía, Madrid.

14 *Ibid,* pp. 97-98.

15 *Ibid,* p. 98.

tas como *Blanco y Negro* o *Mundo Gráfico*, así como en la *Revista Telefónica Española*.

Las obras llamaron la atención de los madrileños, no acostumbrados a ver una estructura de esas dimensiones. Ramón Gómez de la Serna escribió:

> Como floración que el sol del verano alienta y fecunda, el edificio de la Telefónica se adorna todos los días con un nuevo piso de ramaje de hierro, apareciendo esa gran araucaria japonesa que es como esqueleto de pagoda en toda construcción moderna. Los que han salido en los ómnibus del ¡adiós, Madrid, que te quedas sin gente!, cuando vuelven se encuentran con varios rascacielos, nidos de máquinas de escribir, atalayadores del negocio, archivadores automáticos del mundo.[16]

Tal y como había indicado Cárdenas en sus memorias manuscritas, el rascacielos tenía dos propósitos, el práctico y el publicitario. Esta doctrina sobre el papel de la arquitectura en el negocio telefónico era también norteamericana y su desarrollo en España corresponde al primer director de publicidad de la CTNE, Kenneth McKim, que con el tiempo ocuparía una vicepresidencia de ITT. En uno de sus artículos en la *Revista Telefónica Española*, explicaba así por qué en todas las obras de los nuevos edificios se utilizaba la valla como anuncio de la Compañía, costumbre de origen también americano.

> Esta valla hubiera representado una renta considerable si hubiese seguido siendo lugar del anuncio comercial en general; pero la Compañía, en cuanto a esta valla y a todas las que cierren solares de nuestros futuros edificios, ha adoptado la determinación de emplear tales espacios solamente para nuestro propio anuncio. La teoría es esta: si la valla vale tanto dinero como medio de anunciar a otras personas, tanto o más nos vale a nosotros anunciar el propósito al cual va a ser dedicada la propiedad.[17]

La americanización de la Gran Vía despertó «vivos comentarios», como se decía en la prensa de los años veinte. Carlos Fortuny (seudónimo del escritor Álvaro Retana) lo asociaba a las novedades que llegaban del otro lado del Atlántico. La construcción del rascacielos es estrictamente contemporánea de la llegada a España del cine sonoro, la radiodifusión comercial y las primeras orquestas de jazz.

> Madrid se transforma, americaniza y moderniza; el vanguardismo y el Metropolitano; las revistas negroides y la Telefónica; el cine sonoro y los viajes aéreos. Se imponen las figuras nuevas: Ramón Pérez de Ayala y Juan Belmonte; el doctor Marañón y *Ricardito*; Asuero y Franco. Solo las cupletistas siguen siendo las mismas.[18]

Los escaparates de la Telefónica atraían a la multitud, con distintas muestras de las realizaciones tecnológicas o maquetas de los nuevos edificios. La expectación era máxima el día del sorteo extraordinario de la Lotería de Navidad, porque en una época en que los medios de difusión de masas aún estaban en fase incipiente, los números premiados se conocían por teléfono de inmediato y se publicaban en los escaparates.

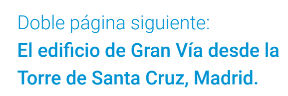
Así nació Gran Vía 28, un icono, Telefónica, que en nueve décadas ha sido testigo y escenario de la historia y de sucesivas revoluciones tecnológicas.

16 Ramón Gómez de la Serna, *Elucidario de Madrid*. Madrid: Renacimiento, 1931, p. 319.

17 Kenneth McKim, «Para informar al paseante en la calle. Importancia de la buena publicidad», *Revista Telefónica Española*, vol. II, n.º 4 (abril de 1926), pp. 27-34.

18 Carlos Fortuny: «Las artistas a través de sus retratos», *Nuevo Mundo*, año XXXVI, n.º 1862 (27 de septiembre de 1929), p. 25.

El edificio de Gran Vía visto desde la calle Montera, Madrid, 1930.



Doble página siguiente:
El edificio de Gran Vía desde la Torre de Santa Cruz, Madrid.




INSTITUTO



Tarjeta postal con una foto del centro telefónico de Villafranca. En el reverso aparece la fecha 20 de agosto de 1920, por lo que no hay duda de que es anterior a la creación de la CTNE.



2.

Telefonía manual

En la telefonía primitiva todas las llamadas necesitaban la intervención de una operadora. El abonado llamante descolgaba el teléfono, actuaba una manivela conectada a un electroimán, y en el equipo de la central se activaba un aviso visual que podía ser una luz o una pequeña bandera. La operadora se conectaba a la línea de quien llamaba y preguntaba el número de destino. A continuación, enchufaba una clavija llamada «jack» a la línea llamada y comprobaba si el abonado descolgaba. Si eso no ocurría, informaba al llamante de la circunstancia, pero si la llamada tenía éxito conectaba manualmente ambos extremos, que así podían iniciar su conversación mientras la operadora pasaba a atender otra petición.

Estas mujeres manejaban información muy sensible. Sabían quién llamaba a quién, la frecuencia, la

hora, si la persona llamada se encontraba en casa o no. Todo este conocimiento estaba protegido por el secreto telefónico, una adaptación al mundo de la telefonía del secreto postal. Las operadoras y el resto de empleados de las compañías hacían juramento de no revelar ningún detalle de lo que llegasen a conocer durante el servicio. Es un contraste notable con la época actual en la que usamos servicios digitales sin ser muy conscientes del grado de desprotección de nuestra intimidad.

La CTNE heredó un gran número de centros telefónicos de las compañías y organismos preexistentes, con tecnologías y formas de trabajar heterogéneas, pero con un elemento común, la conmutación manual. En el Archivo documental de Telefónica hay una tarjeta postal con la foto de una pequeña central que pertenecía a la Compañía Peninsular de Teléfonos. Está fechada en el reverso en agosto de 1920. Sentadas junto a los cuadros primitivos, tres operadoras adolescentes miran a la cámara y sonríen. Llevan puestos los auriculares y de su cuello cuelga una pequeña placa metálica que servía para sujetar el micrófono. A su lado, hay un niño con gorra de plato que posiblemente sea el recadero y, al fondo, una mujer también muy joven que es la supervisora del centro. En la pared, un cartel recuerda las normas fundamentales que se deben seguir: «Guardar silencio, tener actividad, ser lacónicas, ser amables, repetir los números, no escuchar conversaciones».

La amabilidad de las telefonistas era proverbial y era una habilidad profesional que desarrollaban y cuidaban. En las primeras centrales telefónicas de Estados Unidos, se emplearon muchachos como telefonistas, pero fueron pronto sustituidos por mujeres porque resultaban mucho más disciplinadas y cuidadosas en el trato con los clientes.

En una central manual, el trabajo se repartía entre telefonistas y supervisoras. La telefonista era la que realizaba las conexiones y hablaba con los clientes. La supervisora, conocida en la CTNE como «vigilanta», repartía el trabajo entre las posiciones, organizaba los turnos y descansos, atendía las incidencias que pudieran surgir y formaba a las telefonistas más jóvenes[1]. Era un mando intermedio al que promocionaban telefonistas veteranas.

Por encima de las vigilantas se encontraba la jefa, el cargo de mayor responsabilidad al que podían aspirar estas empleadas. Esto fue un cambio con respecto a la situación anterior porque en las fotos de centrales de la Compañía Peninsular aparecen varones en labores de supervisión y siempre ocupaban las jefaturas.

El público desconocía el funcionamiento de estos centros y raramente tenía la ocasión de ver una sala en plena actividad. En 1964, José María Pemán reclamó al director de Telefónica en Cádiz por una demora excesiva en la atención de una llamada. Este le invitó a visitar la central y gracias a eso tenemos un interesante testimonio del escritor sobre lo que allí vio.

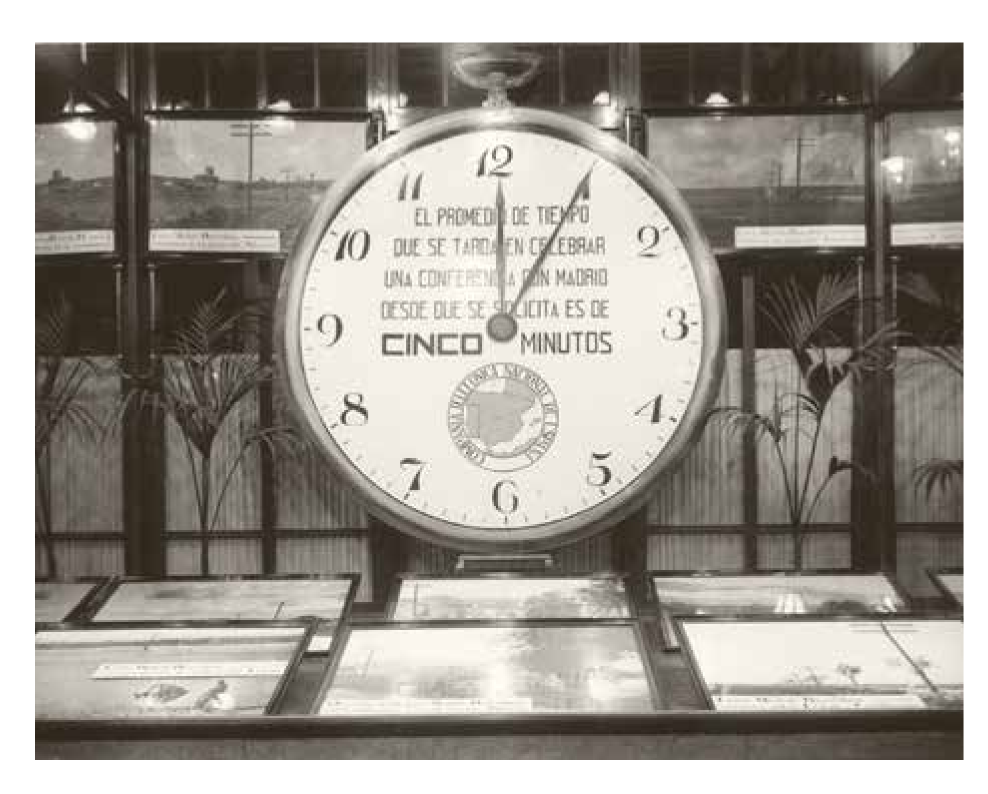
> Le entra a uno una oleada de contrición al ver a las destinatarias de nuestros malhumores. ¿Dónde hay allí sitio ni tiempo para la imaginada taza de café o la novela o el chisme o el chicoleo con el abonado? Entré de puntillas y no vi más que espaldas azules curvadas sobre unos diálogos tan automáticos como los instrumentos. Ofrecían geografía: «¿Qué ciudad desea?» […]. El técnico me explicaba un error mecá-

1 «Manual de la vigilanta», CTNE, febrero de 1974, Archivo documental de Telefónica.

> nico que es causa, sin culpa de ellas, de muchas iras nuestras. Nuestra llamada enciende una lucecita. A los diez segundos —plazo optimista calculado para la demora en atendernos— la lucecita se pone a parpadear expresivamente. Pero ya este parpadeo se prolonga indiferenciado para el que lleva cinco minutos llamando igual que para el que lleva diez o doce. [...] La operadora no puede distinguir, entre las lucecitas temblorosas, el que está simplemente impaciente del que está apocalíptico. [...] Se comprende que el reglamento disponga, en cada guardia, media hora de «relax» que se cumple en un precioso bar estratégicamente pintado de colores suaves. Aunque apostillaba la «vigilanta»: «Pero no nos dan tila, ¡sino café!».[2]

El trabajo en una central manual de gran tamaño requería coordinación, concentración y paciencia. Las telefonistas tenían que funcionar como una pieza más de un engranaje perfecto para cursar las llamadas en el menor tiempo posible y resolver cualquier situación inesperada con calma y profesionalidad. En los equipos de finales del siglo XIX, trabajaban de pie y tenían que agacharse o extender mucho los brazos para realizar las conexiones. Estas centrales habían desaparecido de Estados Unidos y Europa en los años veinte, pero entre los centros españoles anteriores a 1924, quedaban algunos de este tipo, como el de Vitoria.

El programa de modernización de la red que presentó Telefónica proponía la automatización de las principales redes urbanas, lo que tuvo como consecuencia la desaparición de las telefonistas de esos centros. Eso no significa que con la CTNE se perdiese este oficio, al contrario. Las operadoras seguían siendo imprescindibles en las comunicaciones



Escaparate en los grandes almacenes «El Águila», de Barcelona, en el que se muestra con orgullo el tiempo medio de establecimiento de una conferencia entre Barcelona y Madrid, 1927 (Claret).

2 José María Pemán, «Desagravio a las telefonistas», *ABC*, n.º 18142 (9 de mayo de 1964), p. 3.

interurbanas e internacionales, en los nuevos servicios como información o averías y en los centenares de pequeños centros urbanos que no terminaron de automatizarse hasta 1988, cuando se cerró el último que prestaba servicio en Polopos (Granada)[3].

La prensa de la época, no obstante, se lamentaba de la ausencia de las telefonistas de la central de la calle Mayor de Madrid y de la desaparición de las escenas costumbristas que la concentración de tantas mujeres jóvenes había propiciado[4].

Las telefonistas de la CTNE tuvieron que adaptarse a la forma de trabajar estadounidense. Una de sus características era la preocupación por la eficiencia, reflejo de las ideas de Frederick Winslow Taylor y su organización científica del trabajo. Casi todo cambió con respecto a las antiguas concesionarias: los cuadros, los espacios, la luz y el uniforme.

> Ha de llegarse a tal grado de perfeccionamiento que las operadoras, mientras están en su posición, han de parecer autómatas, es decir, que los movimientos que hagan, las frases que pronuncien, se hagan y digan de tal modo que no haya ni una vacilación: la pérdida de un segundo se traduce en molestia para el abonado, que juzga mal el servicio, y la acumulación de estos segundos, perdidos en un día completo por varias operadoras, suman horas, que se traducen en dejar de atender llamadas, con el consiguiente perjuicio para la Compañía y posible base de error para cálculos de futuras necesidades; además, el hacer la operación en la forma indicada, trae un menor desgaste de energías físicas y aun morales.[5]

El Departamento de Tráfico, del que dependía la operación manual, elaboraba estadísticas detalladas de



3 Alejandro V. García, «La automatización telefónica deja en paro a la última operadora manual», *El País*, n.º 4269 (20 de diciembre de 1988).

4 Manuel P. Rodero, «La señorita telefonista y el teléfono automático», *Blanco y Negro,* n.º 1767 (29 de marzo de 1925), pp. 37-40.

5 Ramón García Larrea, «El Departamento de Tráfico en general y el personal de operación en particular», *CTNE, Curso de Conferencias Semanales*, año I, n.º 11 (noviembre de 1927), pp. 3-14.

41 Panorámica de la quinta planta de Gran Vía, Madrid, con las telefonistas trabajando en el cuadro manual interurbano.



42 Sala de descanso de las telefonistas en la central manual de la calle Mayor, Madrid, 1925 (Marín).

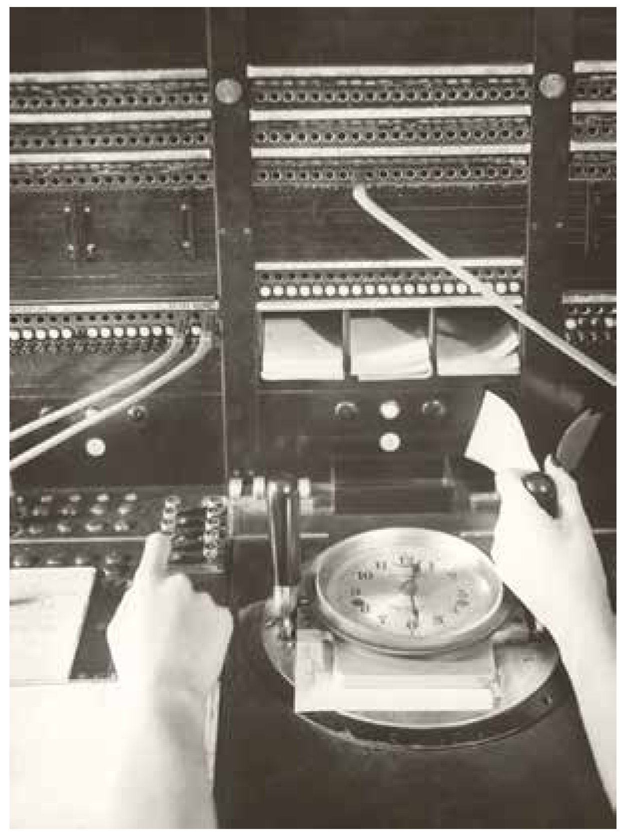




Sala interurbana de Gran Vía, Madrid, hacia 1950 (T. de Lara & E. Fischer). Todas las posiciones están equipadas con un calculógrafo.

Calculógrafo, hacia 1950. Este equipo era un reloj mecánico equipado con impresora y se utilizaba para registrar la duración de la llamada en el ticket correspondiente. Esta información se añadía después a la factura mensual del cliente.





los principales parámetros de las llamadas. Además del tiempo de espera desde que se marcaba el «09» hasta que la telefonista contestaba, al que alude el texto de Pemán, lo que podía motivar mayor descontento era el tiempo de establecimiento de la llamada. Para los menores de cuarenta años resulta impensable que una llamada de teléfono no sea inmediata, pero cuando la telefonía era manual, si un cliente de Ronda quería hablar con una pariente en Oviedo, la secuencia era la siguiente. La telefonista local pedía el número de destino, escribía los datos en un ticket de llamada, seleccionaba un enlace con Málaga capital y esperaba a que una compañera de ese centro contestase. Le pasaba la información y la operadora de Málaga entraba en contacto con una telefonista de la sala interurbana de Gran Vía. El último tramo que se establecía era Madrid-Oviedo y la telefonista de Asturias marcaba el número de la abonada llamada. Si estaba ocupada o no contestaba se lo indicaba por el enlace a la operadora rondeña; si atendía la llamada, decía al abonado llamado una frase tipo: «Conferencia desde Ronda, espere que le paso…» e informaba a su compañera del éxito de la operación. Por último, la operadora de Ronda hacía saber al cliente que llamaba que podía empezar a hablar con Oviedo. Este proceso llevaba su tiempo, del orden de cinco minutos.

En el diseño de los centros manuales antiguos no se había tenido en cuenta la ergonomía. Basta comparar las fotografías contemporáneas de un centro telefónico antiguo de Sevilla y la sala de conferencias internacionales del edificio de Gran Vía: parecen estar separadas por décadas, aunque se tomaron con solo un año de diferencia.

Los turnos de trabajo en Telefónica eran de siete horas, salvo el de noche que era de seis y las trabajadoras podían estar como máximo cuatro horas



Mesa de reclamaciones en la central de Gran Vía, Madrid.

seguidas ante el cuadro. Las pausas estaban pautadas y las vigilantas se encargaban de controlar cuándo debían producirse para no dejar desatendido el servicio. Para estos periodos de descanso, había salas de acceso exclusivo para las telefonistas.

> Las 4ª y 5ª [plantas de Gran Vía se destinan] a líneas interurbanas, oficinas y salas de descanso, comedor, guardarropas y dormitorios de señoritas operadoras.[6]

La operación manual no se limitaba a la telefonía interurbana. Las telefonistas también atendían las llamadas internacionales, que requerían un protocolo de actuación aún más complicado y servicios novedosos, como el de reclamación de averías «02» y el de información «03». Para estos empleos se requería formación específica porque los equipos que se manejaban eran diferentes.

Un servicio desaparecido ya hace mucho tiempo, pero que en los años veinte del siglo pasado tuvo gran aceptación, era el telefonema. Un telefonema no es más que un telegrama dictado por teléfono. La persona que quería enviarlo marcaba el «07» y dictaba el texto. La telefonista lo transcribía usando un teletipo y se hacía llegar a destino mediante un mensajero desde la central más próxima al domicilio. Si el destinatario, además, era cliente de la CTNE, recibía antes una llamada con el contenido del telefonema. También podían enviarse telefonemas aunque no se tuviese línea contratada. En tal caso, se acudía a la central y se rellenaba un impreso con el texto, se abonaba y se seguía el mismo procedimiento.

Con Telefónica llegó a España la utilización de la telefonista como icono publicitario. La imagen de la mujer sonriente y amable fue explotada por

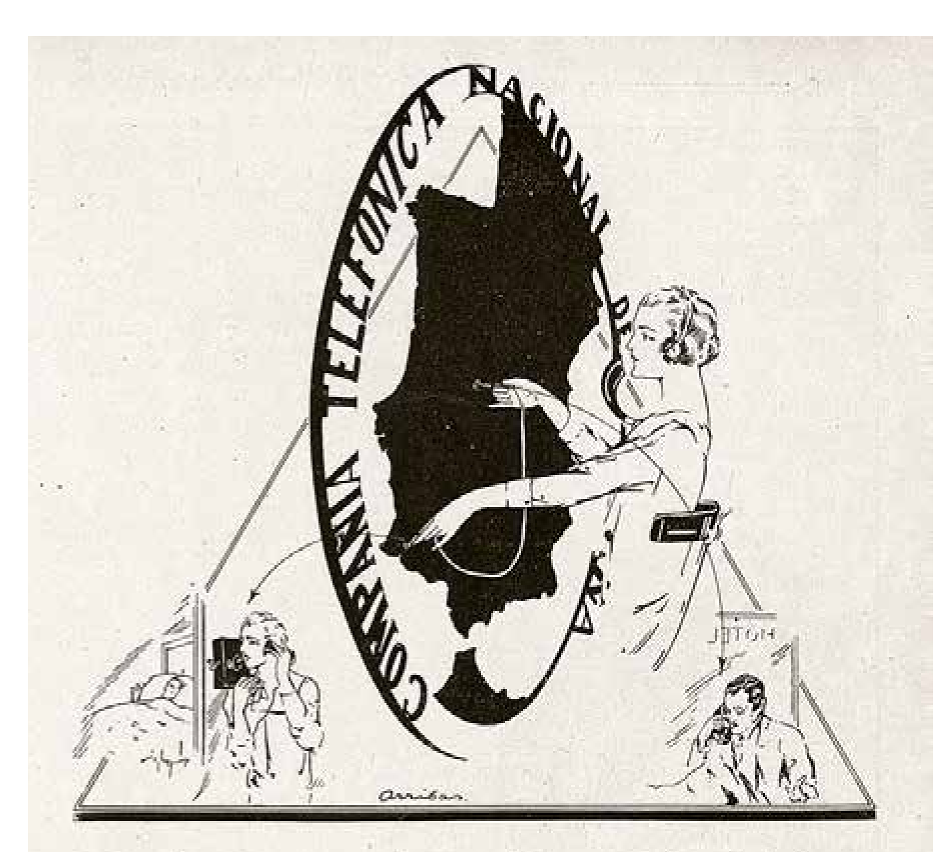
6 Ignacio de Cárdenas Pastor, «El Edificio de la Compañía Telefónica Nacional de España en Madrid», *Arquitectura*, n.º 106 (febrero de 1928); reproducido en Ángel Urrutia Núñez (coord.), *Arquitectura española contemporánea. Documentos, escritos, testimonios inéditos*. Madrid: Universidad Autónoma y Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 2002, pp. 96-98.


45 **Sala de telefonemas en Gran Vía, Madrid.**

los publicistas de American Telephone & Telegraph desde principios del siglo xx. Era el elemento femenino de la telefonía, mientras que el masculino lo representaba el técnico atlético que desafiaba al peligro trabajando en postes de gran altura. Las telefonistas se convirtieron en una de las imágenes de modernidad de la nueva compañía, eran jóvenes, independientes y vestían a la moda.

La profesionalidad de estas trabajadoras hizo que mantuvieran el servicio incluso durante las peores crisis. Así ocurrió en Gran Vía, que no dejó de funcionar ni durante el asedio de Madrid en la Guerra Civil. Lejos de circunstancias tan trágicas, las telefonistas fueron uno de los símbolos de la CTNE durante sus primeros cincuenta años de existencia. Por el trato cotidiano con el público se convirtieron en parte del paisaje sentimental de esas décadas.

En 2017, las telefonistas volvieron a la actualidad con la serie *Las chicas del cable*, que se desarrolla en los años de la creación de Telefónica en Madrid. En 2018, con motivo del estreno de la tercera temporada, el edificio de Gran Vía sirvió como escenario promocional tras la firma de un acuerdo entre Telefónica y la plataforma Netflix, en una curiosa combinación entre historia y ficción.



Medio siglo de telefonía

por Kenneth McKim, Director de Publicidad.



EL teléfono cumple hoy cincuenta años. Parece imposible que hace media centuria fuera desconocido en el mundo este servidor mecánico e indispensable a la humanidad, del que se sirve ésta para comprar y vender, llamar al médico en caso de enfermedad repentina, pedir auxilio en los angustiosos momentos de un fuego, un robo, un accidente o cualquiera otra ocasión de urgencia, para atender a los compromisos sociales, rectificar erróneas interpretaciones y mantener al hombre en contacto con sus familiares, amigos, consocios, clientes y aun desconocidos, si así lo desea.

A nosotros, tan familiarizados con el teléfono, tan necesitados de su asistencia para una variedad de cosas casi ilimitada, se nos antoja que éste debió existir desde que el hombre pudo llamarse civilizado, y a veces nos detenemos a pensar en las dificultades y trabajos que la sociedad pasaría sin él.

No es preciso decir aquí que muchas personas de la época actual carecen aún de teléfono, ni que en España son muchísimos los que aguardan el resultado del esfuerzo que hace la Compañía para au-

Comienzo del articulo escrito por Kenneth McKim. La telefonista aparece en la ilustración alegórica como la personificación de la CTNE, que realiza el milagro de la telefonía. *Revista Telefónica Española*, vol. II, n.º 3 (marzo de 1926), p. 31.

Fotografías de telefonistas tomadas con fines publicitarios, 1925. En el Archivo Histórico Fotográfico de Telefónica, pueden encontrarse varios retratos de una misma empleada posando de frente, de perfil y en tres cuartos. A la izquierda, Josefina Villanueva Osca, de la central urbana de Valencia; a la derecha, Concepción Hernández Pardiguero de la central de Salamanca, Madrid.







Kiosko del teléfono de la central de la calle Mayor durante su desmontaje, febrero de 1927 (Alfonso). Cada cable que salía del templete contenía sesenta pares y se sostenía de un hilo de acero. Al momento de tomarse esta imagen se habían retirado la mayoría. La presencia de los trabajadores permite hacerse una idea de las dimensiones de la instalación, también del riesgo que aquellos corrían en ese tipo de operaciones. Cuando se concluyó el desmontaje el kiosko se eliminó, no así la torrecilla sobre la que se sostenía, que sigue existiendo y es fácilmente visible.



3.

Cableado

Un complejo problema de ingeniería acecha en el salón de casa. En torno al televisor, se instalan el *router*, el decodificador de video, el propio teléfono, esa unidad de disco para guardar las fotos de las vacaciones… Cada aparato tiene su cable para la toma de corriente y algunos necesitan otros tipos de conexión para comunicarse entre sí, con siglas exóticas como HDMI y USB. Para complicar la cuestión, el cable coaxial de la antena serpentea entre ellos con tendencia a enredarse con la colaboración del de la lamparita del mueble que no había forma de conectar en otra parte. En medio de esta selva de cobre se sitúa una regleta con seis u ocho tomas en las que no es nada fácil enchufar los cargadores de los distintos equipos. Cablear correctamente no es un asunto trivial como puede intuirse con este pequeño ejemplo cotidiano.

Imaginemos ahora que, en lugar de conectar media docena de equipos a esa regleta central, tuviésemos que cablear diez mil equipos, cada uno situado en una vivienda diferente de la ciudad. ¿Por dónde entrarían en la central? Un pequeño taladro en la pared no parece una solución. ¿Cómo los conectaríamos al equipo de conmutación? Si los soldamos directamente y luego hay que mover el equipo por ampliaciones o reformas, resultaría imposible. ¿Cómo haríamos para que llegasen a las casas? No podemos tirarlos por el suelo, habrá que fijarlos de alguna forma a postes o fachadas.

Estas preguntas aparecieron en los primeros momentos del desarrollo de la telefonía y la respuesta de los ingenieros de la época fue aprovechar las soluciones que existían para la tecnología que conocían y que más se parecía, el telégrafo. Las líneas de telégrafo salían de los edificios por la cubierta y se apoyaban en estructuras de madera llamadas caballetes, que se colocaban en los tejados de las casas. En zonas con menos densidad de población se utilizaban postes o torres metálicas.

Las centrales estaban coronadas por torrecillas similares a los templetes de la música de los parques, que servían para distribuir los mazos de conductores desde el edificio hacia toda la ciudad. Su tamaño variaba en función del número de abonados, y en las ciudades más importantes llegaban a alcanzar proporciones extremas. El más célebre fue el templete de acero de la central *Malmskillnadsgatan* en Estocolmo, con siete mil líneas.

El cableado aéreo tenía la ventaja de que era rápido de instalar, pero también tenía inconvenientes serios. La red telegráfica constaba de un número de cables muy reducido en comparación con la red telefónica, solo era preciso conectar las oficinas telegráficas, pero no había terminales en los domicilios particulares. Como resultado, la red telefónica aérea resultaba muy agresiva para el paisaje urbano. Hay una cita célebre del periodista Herbert N. Casson, en su obra divulgativa sobre la historia del teléfono de 1910, en la que afirma, no sin cierta exageración, que el cableado podía llegar a oscurecer las calles:

> Al principio, instalaban los cables en postes y azoteas. Lo hacían así, no porque fuera barato, sino porque era la única forma posible conocida en aquel período de jardín de infancia. El cableado telefónico requiere un manejo cuidadoso. Sepultarlo era sofocarlo y hacerlo quizá completamente inútil. Pero cuando el número de cables aumentó a cientos de miles, este método de instalación se vio superado. Algunas calles de las grandes ciudades se oscurecieron con los cables. Los postes se elevaron hasta cincuenta, sesenta, setenta, ochenta pies de altura. Al final, en la mayor línea de postes, construida en West Street, Nueva York, cada poste



Cableado aéreo en el centro de Madrid, 1926. Pueden apreciarse postes y caballetes. Además del daño estético, este tipo de instalaciones tenían otros problemas graves. Los trabajos de montaje y conservación se llevaban a cabo en altura con el consiguiente peligro para los técnicos. Las cubiertas de los edificios se deterioraban tanto por estos trabajos como por la presencia de los soportes que se fijaban a la estructura de las techumbres, trasladando a estas las cargas de los cables y causando filtraciones. Por último, la falta de planificación hacía que los cables telefónicos y eléctricos se cruzasen de forma inadecuada, dando lugar a cortocircuitos cuando alguno de los alambres se rompía.

era un pino noruego que se elevaba noventa pies de la calzada, con treinta travesaños y trescientos cables.[1]

En España no se llegó nunca a este grado de saturación por el bajo número de teléfonos, pero las fotografías muestran el impacto que esta infraestructura tenía en la imagen de la ciudad.

Cuando desaparezcan las torrecillas, con sus armazones de hierro y los cables que ahora cuelgan sobre nuestras cabezas estén enterrados bajo nuestros pies, Madrid habrá recobrado muchas de sus bellísimas perspectivas.[2]

Este tipo de cableado tenía graves problemas de mantenimiento. En zonas de clima frío, se forma hielo en los conductores y soportes lo que puede llegar a provocar averías importantes. Este fenómeno era bien conocido en la zona noreste de Estados Unidos donde el teléfono tuvo su primera expansión. En Madrid hay noticias de los daños que causó una nevada excepcional en 1904[3]. Además, el viento, la lluvia y los insectos xilófagos dañaban con el tiempo los postes y caballetes, lo que exigía su continua reposición.

Por todos estos inconvenientes, ya desde finales del siglo XIX, numerosas ciudades de Estados Unidos exigieron a las compañías telefónicas el soterramiento del cableado. Existía el precedente de París, donde se usaron desde el principio las cloacas como conducciones de los cables telefónicos, pero en esto la capital francesa era una excepción. La mayoría de las ciudades no disponían de una red de alcantarillado tan desarrollada y las compañías no tenían derechos de paso para instalar en ellas sus cables.

El proceso fue largo y no exento de disputas entre partidarios de un tipo y otro de solución. El soterramiento es mucho más caro y requiere modificaciones importantes en toda la infraestructura. Como contrapartida, el cableado queda mucho más protegido, alargando su vida útil.

En España hubo escaso soterramiento de cables antes de 1924. La eliminación del cableado aéreo formaba parte del contrato original suscrito por la CTNE y el Estado:

En los barrios céntricos de las ciudades importantes los alambres y cables serán en general subterráneos, exceptuando los necesarios para las instalaciones individuales de los abonados en cada grupo de casas o manzanas donde pueden ser aéreos.[4]

La documentación gráfica del estado del cableado aéreo en las distintas poblaciones es uno de los temas recurrentes en el trabajo de los fotógrafos contratados por la CTNE en sus primeros años. Esta tarea de documentación técnica se convirtió en motivo para algunas de las instantáneas de mayor calidad estética del Archivo Histórico Fotográfico de Telefónica. En ellas el cableado es solo un elemento más de un paisaje de azoteas, muros encalados y estructuras de madera corroídas por el paso del tiempo, como una ruina romántica de la tecnología.

El edificio de Gran Vía se ubica, sin duda alguna, en un «barrio céntrico de una ciudad importante» y tenía que sustituir a la vieja central de la calle Mayor. Situada en un bloque de viviendas del periodo isabelino, conocido como Casas del Cordero, esta se mostraba hacia el exterior con el imponente kiosko del teléfono, que los madrileños confundían al principio

1 Herbert Newton Casson, *The History of the Telephone.* Chicago: A. C. McClurg, 1910, pp. 126-127.

2 «Empieza la canalización telefónica subterránea», *Revista Telefónica Española*, vol. I, n.º 9 (septiembre de 1925), pp. 26-28.

3 *El Imparcial*, año XXXVIII, n.º 13531 (28 de noviembre de 1904), p. 2.

4 Escritura original del contrato para la reorganización, reforma y ampliación del Servicio Telefónico Nacional, ante el notario de Madrid Antonio Sirvent López, número de protocolo 5360, 29 de agosto de 1924, p. 41, Archivo documental de Telefónica.

con una instalación telegráfica debido a la cercanía de la Casa de Correos que sí era el «kilómetro cero» de la telegrafía en España.

> Madrid no se ha dado cuenta todavía de lo que es su red telefónica. Algún curioso se detiene alguna vez a ver la torrecilla de concentración de hilos, construida sobre el tejado del edificio que ocupa la Central, desde la que bajan los cables a los conmutadores y desde la cual parten las líneas generales, algunas de ellas de 72 conductores. Muchos juzgan aquellos hilos y aquella torre como el centro de las líneas telegráficas de España; pocos, muy pocos saben que aquella linterna es el centro de la red telefónica madrileña.[5]

Desde el kiosko irradiaban los cables que se apoyaban en caballetes de madera por todo el caserío del centro de la capital y, ocasionalmente, en grandes torres metálicas, como la que se erguía en la Red de San Luis a escasos metros del solar de la Telefónica, dominando la perspectiva de la calle Montera desde la Puerta del Sol.

Alfonso fotografió los trabajos de desmontaje de la vieja red aérea, que tuvieron lugar en 1927. El kiosko se quedó sin cables y sin función, aunque la caja de fábrica de ladrillo que lo sostenía se conserva aún hoy. Se eliminaron los caballetes de tejados y azoteas y las torres metálicas de todo el centro desaparecieron. En un artículo de la *Revista Telefónica Española* se muestran el antes y después de la sustitución de estas antiguas infraestructuras en distintas plazas del centro de Madrid.[6]

A cambio, hubo que construir la nueva red subterránea que irradiaba desde la central provisional de Gran Vía, mientras aun duraban las obras del rascacielos. El método que se utilizó se llamaba «sistema americano», no por casualidad, sino porque era el que empleaba ITT en todas sus operaciones. En la etapa anterior a la CTNE, las empresas del Grupo Peninsular habían soterrado algunos tramos en Madrid usando una técnica más habitual en la telefonía primitiva en Europa.

> Hace ya bastante tiempo que los cables subterráneos se extienden bajo el suelo de Madrid y otras poblaciones. Lo que no había era cables canalizados, por ausencia total de canalizaciones, por lo menos en grande escala. Un cable subterráneo se tiende, sencillamente, con hacer una zanja de la profundidad necesaria, depositar el cable en su lecho y volver a cubrir de tierra. Un cable canalizado va por conductos en absoluto impermeables y no le afectan los elementos exteriores.[7]

En el Archivo documental de Telefónica se encuentran diferentes manuales y normas técnicas de la compañía americana, cuidadosamente traducidos al español. Hay varios dedicados al cableado, por ejemplo, el método de construcción número 1301 que se titula «Empalme de cables subterráneos».

Los cables telefónicos se agrupaban para su instalación, y la forma habitual de hacerlo era en grupos de doscientos pares. Para poder distinguirlos se utilizaba un código de colores en la cubierta de papel parafinado que envolvía cada cable. Los pares, a su vez, se recubrían para su protección con una cubierta de plomo y antimonio[8]. Estos mazos de cables, gruesos como el brazo de un adulto, podían tenderse en galerías subterráneas, como la que une Gran Vía con Sol, o, de modo mucho más frecuente, canalizarse.

5 Manuel de Foronda, «Las jornaleras del Estado», *La Ilustración Española y Americana*, año XXX, n.º XI (22 de marzo de 1886), pp. 187-188, 190 y 192.

6 «Madrid antes y después del automático», *Revista Telefónica Española*, vol. IV, n.º 5 (mayo de 1928), pp. 23-32.

7 «Los preliminares del teléfono automático», *Revista Telefónica Española*, vol. II, n.º 3 (marzo de 1926), pp. 7-17.

8 Para poder cumplir con el programa establecido, la filial industrial de ITT, Standard Eléctrica, construyó una fábrica de cables en Maliaño (Cantabria). Se inauguró en 1927. *Revista Telefónica Española*, vol. III, n.º 10 (octubre de 1927), pp. 31-42.

53 Instalación de cable en la Red de San Luis, Madrid, 1925 (Alfonso). Los trabajadores tiran del cable bobinado para extenderlo por el conducto asignado.



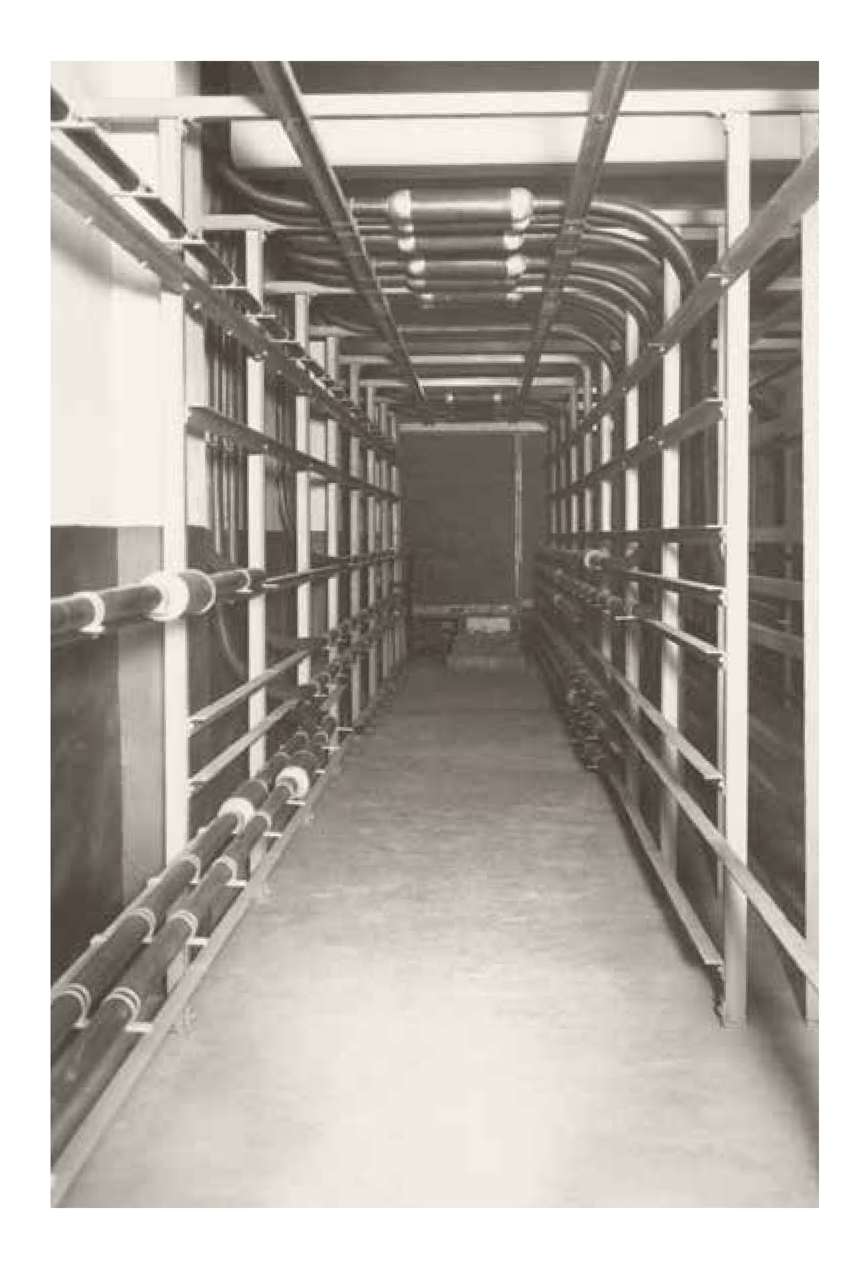
En la instalación canalizada no se enterraba el cable, como en el método europeo, sino que después de excavarse el hueco necesario en el suelo, se colocaban conductos protectores de gres[9] de cuatro o seis bocas, cada una de ellas del tamaño necesario para alojar un mazo de doscientos pares.

Una vez que terminada la canalización, se introducía el cable desde el exterior, en una imagen muy característica de los empleados de la CTNE junto a las enormes bobinas de conductor.

¿Cómo se conectaba el teléfono de una casa determinada con la central sin tener que volver a abrir la acera frente al edificio, desmontar la cubierta de plomo y buscar el par correspondiente? Para eso se construían cámaras de registro, del tamaño suficiente para que un operario especializado de la CTNE (llamado empalmador) pudiese trabajar en su interior.

> Todos los vecinos de Madrid han visto las cámaras registro que la Compañía ha construido en las calles..., esas habitaciones rectangulares subterráneas por las cuales pasan los cables, y a las que recubre el pavimento, dejando únicamente, para indicar su existencia, una especie de tapadera de hierro. La construcción de cualquiera de ellas nunca ha dejado de atraer una multitud. de curiosos. Pero pocos de los mirones apreciaban que aquellas cámaras habían sido proyectadas con referencia al número de conductos que han de pasar por ellas.[10]

Al contemplar las fotografías de los trabajos de construcción de la red subterránea, llama la atención la enorme curiosidad que estos despertaban en el público. Las noticias publicadas en la prensa diaria y en la *Revista Telefónica Española*, reflejan este



9
La fábrica de cerámica La Albericia, en Cantabria, fue la encargada de producir estos conductos para la CTNE. «La Compañía Telefónica Nacional de España fomenta la industria del país», *Revista Telefónica Española*, vol. I, n.º 1 (enero de 1925), p. 10.

10
«De ingeniería telefónica», *Revista Telefónica Española*, vol. II, n.º 5 (mayo de 1926), pp. 18-21.

Galería de cables de Gran Vía en los primeros años de operación. Los mazos de conductores externos confluyen desde las canalizaciones subterráneas y se distribuyen mediante la estructura metálica. En la parte superior izquierda de la imagen se ve cómo una parte de ellos sube hacia el interior del edificio utilizando los pasacables. Los engrosamientos que se aprecian en los cables son los manguitos de conexión, que pueden desmontarse para acceder a los pares. Para curvar y dar forma a estos cables tan gruesos y recubiertos de plomo se empleaban herramientas especiales.



Trabajos de canalización subterránea, entrada de cables en la nueva central de la calle de Hermosiilla, Madrid, 1925 (Alfonso).

comportamiento, que hoy puede parecer un síntoma de ociosidad. No era otra cosa que la atracción por una tecnología nueva y maravillosa, de la que la mayoría de los que miraban habían oído hablar pero no disfrutaban aún. Era algo muy parecido al fenómeno que hoy se produce cuando se forman largas filas de espera para comprar un nuevo modelo de teléfono móvil o equipo digital. Este comportamiento no era exclusivo de España, las imágenes de Estados Unidos reflejan una atracción similar. Además, los fotógrafos invitaban a posar a los viandantes, de manera que estos aparecen casi siempre mirando a cámara. En el Archivo Histórico Fotográfico de Telefónica se conserva un curioso ejemplo: durante la instalación de la red automática en el Vaticano, en 1930, un puñado de guardias suizos con sus vistosos uniformes posan entre el público general. La serie se utilizó para montar un escaparate publicitario en Gran Vía, ya que los trabajos los desarrolló una filial de ITT.

En cada cámara de registro, los cables canalizados se equipaban con un cilindro desmontable llamado «manguito de empalme», que permitía dejar los hilos al aire y extraer los correspondientes a esa zona concreta para poder llevarlos por fachada hasta los domicilios. Esto se hacía siguiendo un plan de ingeniería establecido de antemano que tenía que prever la demanda futura de teléfonos con al menos dos décadas de antelación.

En la central de Gran Vía tenían que converger cuarenta mil líneas de abonado, doscientos mazos de cable que, de una forma ordenada había que hacer llegar hasta las plantas superiores donde se encontraba la central automática. Para lograrlo, todas las conducciones confluyen en una sala subterránea, presente en todas las centrales, que se llama galería de cables. Allí llegan estos mazos desde los huecos de los conductos de las zanjas o desde las galerías subterráneas, como en el caso de Gran Vía. Se colocan de forma ordenada en soportes atornillados a las paredes. Desde la galería de cables penetran en el edificio de forma vertical para llegar a los pisos correspondientes y lo hacen usando unos huecos especiales en los forjados denominados pasacables.

Visitar una de estas galerías es una experiencia sorprendente, por el misterio que siempre ha acompañado a las construcciones subterráneas, el silencio sobrecogedor y las dimensiones y orden de los cables.

> Antes de abandonar la Telefónica bajamos a los sótanos, donde podemos ver las galerías de entrada de cables de Madrid y España, lo que resulta verdaderamente impresionante […]. Pensamos que esta galería es la médula del «sistema nervioso» cuyos hilos de cobre proporcionan al mundo un sexto sentido, que amplía los corpóreos.[11]

Es un lugar de acceso muy restringido que solo conocen los trabajadores autorizados, pero en el pasado se organizaban visitas de colegios a estas entrañas de la central.

11 Juan Antonio Cabezas, «Historia y realidad de un cerebro mecánico: la Telefónica», *Blanco y Negro*, n.º 2452 (2 de mayo de 1959), p. 36.

Tapa de cámara de registro en el *Catálogo de materiales de la CTNE* de 1957. La única parte visible para el transeúnte es la tapa circular con el anagrama de la Compañía.

ACCESORIOS:

Se sirven *tapas* sueltas de recambio reforzadas, para sustituir las que hayan sufrido rotura:



Tapa exterior

DIÁMETRO TAPAS	PESO	STOCK	APLICACIÓN
92 cm.	130 Kgs.	1983	Para cubiertas tipo A-modelo 2
[redacted] 72,5 cm.	70 Kgs.	1984	Para cubiertas tipo B-modelo 4



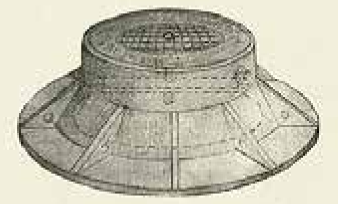




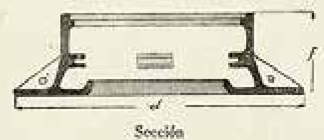


Elementos del tipo A-modelo 2

Arriba: Barra de cierre.
Centro: Tapa interior.
Abajo: Junta de cierre.



Tipo A, modelo 2



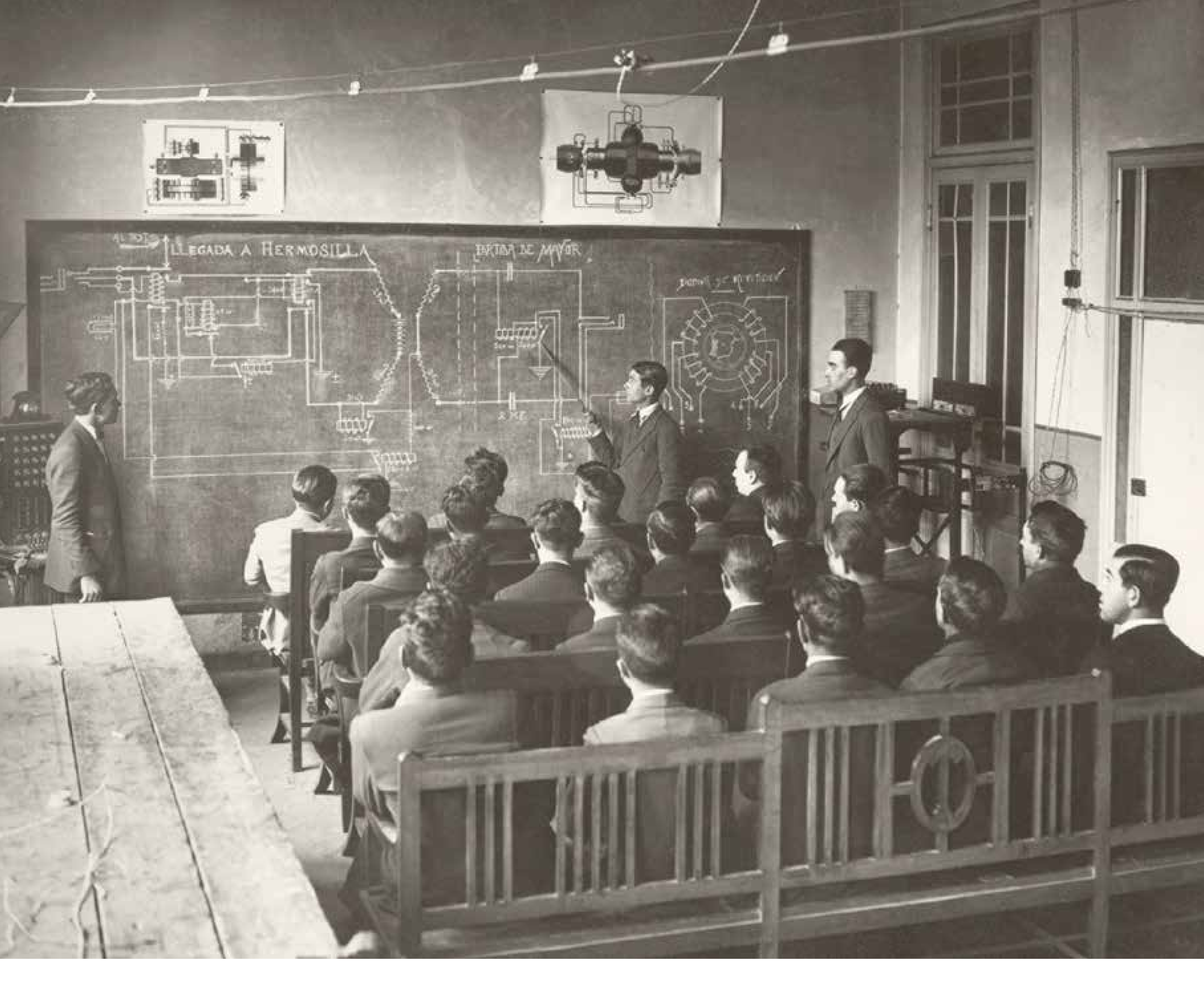
Sección

EMBALAJE NORMAL DE ORIGEN: Se sirven por unidades y sin embalaje especial.

Métodos de Construcción: Núm. 4.200. "Canalizaciones subterráneas".



Empleado de la CTNE aprendiendo a trabajar en un manguito de empalme de un cable de doscientos pares, Santa Cruz de Tenerife, 1927.



Escuela de mecánicos en Madrid, 1925 (Alfonso). En la pizarra aparece el esquema de un circuito urbano entre centrales.

4. Conmutación automática

En la conmutación automática la conexión entre abonados, el teléfono que llama y el llamado, se realiza sin intervención de la operadora, sustituida por una máquina que hoy llamaríamos robot. Entre todas las posibles líneas telefónicas, este equipo tiene que elegir cual es la que indica con la numeración el cliente que ha iniciado la llamada.

Equipos automáticos existían casi desde los comienzos del negocio. Almon B. Strowger construyó el primero, que se instaló con éxito en 1892 en La Porte (Indiana), pero su uso no se generalizó hasta el final de la Primera Guerra Mundial. La razón fue económica, con el crecimiento de peticiones de línea que se produjo después del conflicto, el número de operadoras necesario para manejar manualmente las llamadas y el tamaño

de los edificios para albergarlas habrían resultado inasumibles.

La telefonía automática solo funcionaba en aquella época para las llamadas locales, las que se efectúan dentro de una misma población. En las de larga distancia, conocidas de forma popular en España como «conferencias», las operadoras seguían siendo imprescindibles, pero según las estadísticas de AT&T, en 1920 el noventa y siete por ciento de las llamadas en Estados Unidos era local. La telefonía automática contribuyó a rebajar de forma apreciable el coste del servicio, lo que fomentó la demanda. El teléfono perdió su consideración de bien de lujo para convertirse en uno de los fetiches de la clase media que emergía como protagonista de la sociedad de consumo en los felices años veinte.

Por las circunstancias de explotación del servicio que se habían producido en España antes de la creación de la CTNE, la telefonía automática prácticamente no se desarrolló. Solo en 1924 se instaló el primer equipo automático en Balaguer para la red de la Mancomunitat de Catalunya, una pequeña central de doscientos abonados[1]. El proyecto lo dirigió Manuel Marín Bonell, que fue después un puntal del Departamento de Ingeniería de la CTNE. En 1926, el ayuntamiento de San Sebastián compró una central Ericsson para la red municipal de telefonía[2]. Entró en servicio pocas semanas antes que la central de Santander, la primera automática de Telefónica, inaugurada por Alfonso XIII el 26 de agosto.

Las ventajas de la telefonía automática eran conocidas y alabadas por la prensa y los expertos, pero la penuria económica que caracterizó al servicio en España durante su primer medio siglo de historia hizo inviable la explotación de estos equipos. En 1917, el director general de Correos y Telégrafos, José Francos Rodríguez, presentó un proyecto de ley para la reforma del servicio telefónico, que nunca se llevó a cabo. En la memoria se exponía así la cuestión:

> Naturalmente, que la instalación de las centrales automáticas que constituyen un organismo de indudable complicación, resultan mucho más costosas [sic] que las instalaciones ordinarias y las múltiples; pero tratándose de un servicio permanente de larga vida y de relativamente onerosa explotación, las Administraciones deben ser previsoras y recabar mediante mayor desembolso momentáneo la seguridad de una importante economía futura. No se dio el caso de que las empresas arrendatarias utilizaran los modernos descubrimientos en el servicio de sus redes; la amenaza de la reversión al concluirse el plazo fatal de su arriendo las aconseja ser cautas en los gastos para obtener los mayores beneficios en su negocio.[3]

La instalación «del automático», como se llamaba entonces, era el avance más visible y publicitado de la red que Telefónica se comprometió a construir en 1924. En los cinco primeros años, se tenían que instalar redes automáticas con canalizaciones subterráneas en diecisiete ciudades: Madrid, Barcelona, Bilbao, Sevilla, Santander, Málaga, Murcia, Vigo, Oviedo, Zaragoza, Cádiz, Córdoba, A Coruña, Granada, Cartagena, Gijón y Valladolid. En el resto de poblaciones, quedaba a juicio de la empresa la elección del sistema manual o del automático.

En 1925 Telefónica organizó una exposición en el antiguo Palacio de Hielo de Madrid, para dar a conocer las tecnologías de la nueva red. La estrella fue el demostrador del sistema automático *Rotary-7A*, fabricado por

1 «La central telefónica de Balaguer», *La Vanguardia*, año XLIII, n.º 18708 (5 de febrero de 1924), p. 8.

2 «La compañía española de teléfonos "Ericsson" instala en San Sebastián y su provincia el primer teléfono automático de España», *Nuevo Mundo*, año XXXIII, n.º 1696 (23 de julio de 1926), p. 26.

3 José Francos Rodríguez, *Proyecto de telefonía nacional*. Madrid: V. H. de Sanz Calleja, 1917, p. 9.



Estand de Telefónica para la presentación del equipo automático del sistema *Rotary-7* en el Palacio de Hielo del Buen Retiro, Madrid, 1925.

Standard International. Esta compañía, que compró ITT en 1925, se convirtió en el principal suministrador de equipos de la CTNE, por medio de su filial española Standard Eléctrica. El sistema *Rotary* era la tecnología de conmutación más avanzada del momento. Telefónica lo instaló en todas sus centrales, incluida Gran Vía, hasta principios de los años sesenta.

¿En qué consistía la telefonía automática?, ¿cómo funcionaban esos equipos vanguardistas que se conocieron en la época como «cerebros mecánicos»? Un sistema de conmutación *Rotary* era una maravilla de la ingeniería electromecánica, pero para entender su principio de acción, es preciso aclarar antes algo más básico.

En nuestro mundo digital, los aparatos de marcación decádica se han convertido en algo exótico y de funcionamiento desconocido para los más jóvenes. No está de más explicar cómo era la experiencia del usuario entonces, con la ayuda de las instrucciones de la CTNE:

> Señal para marcar. Esta señal se oye unos instantes después de descolgar el microteléfono y aplicarlo al oído. Indica que la central automática está preparada a transmitir la llamada. Equivale a la palabra «número» con la que las operadoras del servicio manual contestan cuando llama el abonado. Se distingue por un zumbido continuo.

Lo primero era descolgar el microteléfono o combinación de micro y auricular y quedar a la escucha. Cuando todo iba bien se oía el tono que invitaba a pasar a la siguiente fase, marcar.

Para ello, se introducía el dedo índice en el hueco correspondiente a la cifra, se arrastraba en sentido de las agujas del reloj hasta el tope y se dejaba que el disco retornase a la posición de reposo impulsado por un resorte invisible. Si el usuario tenía buen oído, podía distinguir unos leves *clics* en el auricular, tantos como la cifra marcada, salvo que si era el «0» se oían diez. Esto se producía porque el disco abría y cerraba el circuito eléctrico establecido con la central ese número concreto de veces para que esta recibiese la cifra. La operación se repetía tantas veces como cifras tuviese el número llamado.

La central operaba internamente con los números y la llamada se completaba, pudiendo ocurrir varios resultados:

> Señal de llamada. Esta señal se oirá unos instantes después de marcar la última cifra si el número no está ocupado. Cuando se oye esta señal se espera a que el número responda. Se distingue por una serie de zumbidos intermitentes y muy poco frecuentes.

IMPORTANTISIMO PARA LOS QUE VAN A USAR EL AUTOMATICO

IMPRESCINDIBLE PARA MANEJARLO

TRES SEÑALES QUE ES NECESARIO APRENDER A DISTINGUIR

El que usa el teléfono automático puede oír tres señales por completo diferentes, que equivalen a la voz de la operadora cuando ésta necesita intervenir para facilitar la llamada. El abonado debe aprender a distinguir entre estas tres señales, que son las siguientes:

1.ª SEÑAL PARA MARCAR.—Esta señal se oye unos instantes después de descolgar el microteléfono y aplicarlo al oído. Indica que la central automática está dispuesta a transmitir la llamada. Equivale a la palabra «número» con que las operadoras del servicio manual contestan cuando llama el abonado.

SE DISTINGUE POR UN ZUMBIDO CONTINUO



CUANDO SE OYE ESTA SEÑAL SE PUEDE MARCAR EN EL DISCO EL NÚMERO DESEADO



2.ª SEÑAL DE LLAMADA.—Esta señal se oirá unos instantes después de marcar la última cifra si el número llamado no está ocupado. Indica que se está haciendo sonar el timbre del teléfono marcado. Equivale a las palabras «estoy llamando», con que las operadoras del servicio manual contestan mientras llaman al teléfono con que se desea hablar.

SE DISTINGUE POR UNA SERIE DE ZUMBIDOS INTERMITENTES Y MUY POCO FRECUENTES.

3.ª SEÑAL DE OCUPADO.—Esta señal se oirá unos instantes después de marcar la última cifra si el número llamado está ocupado. Indica que el teléfono marcado comunica. Equivale a las palabras «está comunicando» con que las operadoras del servicio manual contestan cuando el abonado con quien se desea hablar está en comunicación.

SE DISTINGUE POR UNA SERIE DE ZUMBIDOS INTERMITENTES Y MUY FRECUENTES



COMPAÑIA TELEFONICA NACIONAL DE ESPAÑA

Instrucciones para usar el teléfono automático (CTNE), 1926.

Cartel en la tienda de Calzados Peláez, en la calle Mayor, n.º 4, marzo de 1927, tres meses después de la entrada en servicio de la red automática en la capital. El avispado comerciante usó una imagen publicitaria de la CTNE que explicaba la manera de marcar con un teléfono automático. En ese periodo, los teléfonos de Madrid tenían cinco cifras.



Si la persona con la que se deseaba hablar estaba en su domicilio o despacho, escuchaba el timbre de llamada, descolgaba y la conversación se iniciaba con un «dígame». Si no contestaba, al cabo de un cierto tiempo la señal cambiaba a un tono intermitente que indicaba que se había finalizado por exceso de espera.

También podía ocurrir que la persona con la que se quería hablar estuviese ocupada en otra llamada. En la telefonía de entonces era imposible establecer llamadas con varios participantes así que la central informaba al usuario que llamaba de la imposibilidad de cursar su petición con el tono de ocupado.

> Cuando se oye esta señal se cuelga el microteléfono, se espera un tiempo razonable y se vuelve a llamar.

Si el cliente era muy impaciente podría ocurrirle como a Monna Bell, en su éxito musical de 1961, que por más que llamaba a su amor para contarle cuanto le quería siempre estaba «comunicando», la expresión coloquial con la que se conocía este tono.

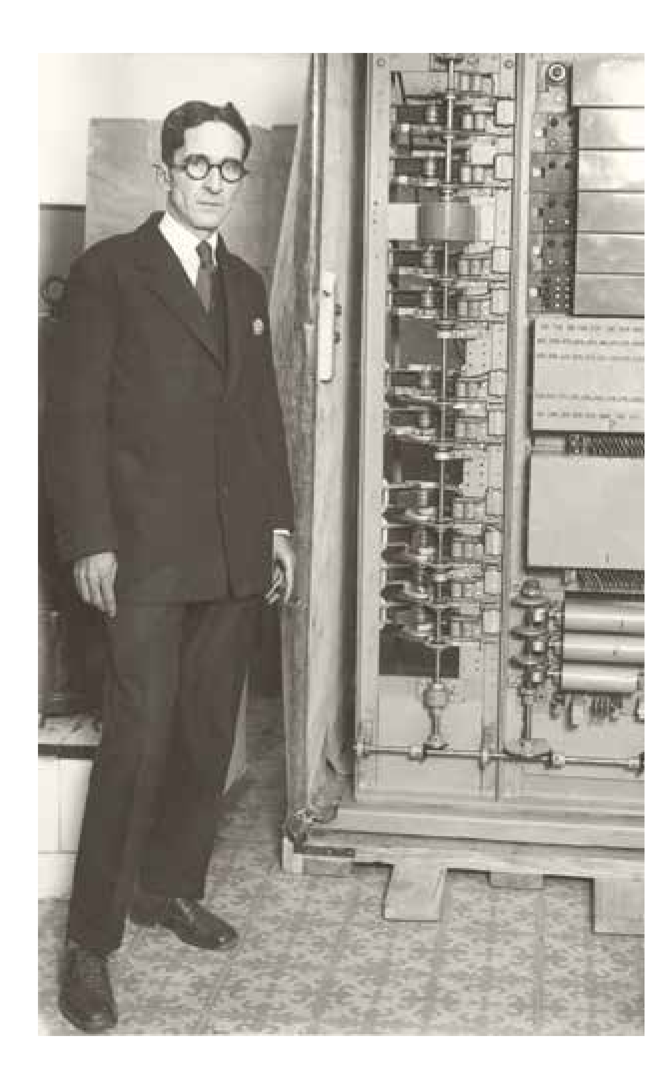
> Quise decirte vida mía,
> lo que por ti yo estoy pasando,
> pero no pude, pero no pude, porque estabas
> comunicando, comunicando, comunicando.

Los carteles informativos de la CTNE reiteraban estas instrucciones a los clientes, acostumbrados a escuchar la voz de la operadora en todas las llamadas y a aparatos que no tenían nada parecido al disco de marcación. Con el nuevo sistema, si el usuario necesitaba un servicio de operadora marcaba un código especial, por ejemplo «02» para comunicar una avería, «03» para pedir información o «09» para pedir una conferencia nacional.

Esto es lo que ocurría en el teléfono de quien llamaba, pero lo que se desencadenaba en la central era extraordinario. Las explicaciones de la época sobre cómo funcionaba un sistema *Rotary* son extremadamente complejas, incluso cuando los ingenieros de la CTNE intentaban hacerlo de forma divulgativa. Las referencias a elementos electromecánicos como relés, escobillas, trencillas, embragues y órganos, resultan incomprensibles para el lector actual, incluso para los historiadores de la tecnología que no han conocido de primera mano el funcionamiento de esos equipos.

El elemento distintivo del sistema *Rotary* eran sus selectores rotativos. Simplificando mucho, uno de estos selectores permitía elegir un posible circuito de salida de entre los disponibles en función de un código numérico que recibía como entrada. Colocando en serie varios de estos selectores, la central iba construyendo el circuito desde el abonado que llamaba al llamado y lo hacía «paso a paso», otro nombre por el que se conocía este sistema. Imaginemos una llamada con solo cuatro cifras al número 8612. Al marcar el 8, el primer selector elegía una posible ruta hacia los teléfonos que empezaban por 8 y conectaba a la salida un segundo selector. Este segundo recibía una instrucción para prolongar el circuito y conectaba un tercero. Al final, se constituía una cadena de selectores que permitía la conversación.

La realidad era un poco más complicada, porque antes de marcar, el teléfono del abonado llamante se conectaba de forma automática, mediante otros selectores, a un elemento llamado registrador. Este era el que hacía llegar el tono de llamada al llamante,



Carlos Soler junto a un demostrador del sistema *Rotary*, 1927. Soler fue subingeniero jefe de la CTNE y procedía de la Cuban Telephone Company, filial de ITT que proporcionó otros cuadros directivos en los primeros años de operación. Bajo su dirección se diseñó el plan de automatización de Madrid. Regresó a Cuba en 1927.

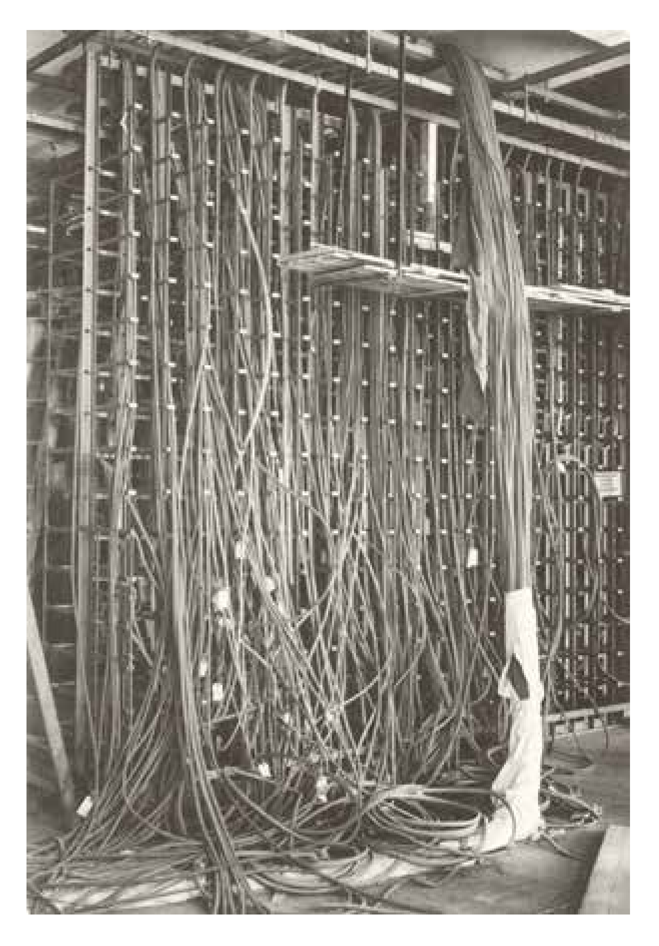
recibía las cifras del disco decádico y las convertía en códigos eléctricos para gobernar la central. En palabras del ingeniero Marín Bonell:

> El registrador, cerebro de la automática o telefonista mecánica, recoge las cifras o impulsos eléctricos que el abonado manda a través de su línea, y efectúa múltiples combinaciones que transmite por orden a los órganos siguientes: selector primero...[4]

Cuando se completaba el establecimiento de la llamada, el registrador se desconectaba y podía atender a otro cliente. En 1926, el ingeniero Carlos Soler escribió un artículo en la *Revista Telefónica Española*, explicando cómo funcionaba un equipo *Rotary*. El lenguaje resulta algo oscuro, pero el esquema que lo acompañaba es el que con mayor capacidad didáctica expone cómo se ponen en contacto los dos teléfonos que intervienen en una llamada.

Esto es lo que ocurría cuando ambos abonados pertenecían a la misma central, pero también era posible contactar con otros usuarios en la misma ciudad. La CTNE no se limitó a automatizar centrales aisladas sino ciudades enteras, destacando los planes para Madrid y Barcelona. El servicio automático se inauguró el 29 de diciembre de 1926 en la capital y comprendía las centrales de las calles Hermosilla y Jordán, más la provisional de Gran Vía. Para que la comunicación se pueda establecer de manera automática entre dos centrales, el registrador reconoce por las cifras iniciales que el número corresponde a otro equipo y, en función de dichas cifras, escoge un enlace, una línea especial que conecta ambos centros y que también usa cables de pares. Imaginemos que se trata de una llamada desde un número de

4 Noticia sobre la inauguración del automático en Las Palmas de Gran Canaria, diario *Hoy* (5 de septiembre de 1934).





Repartidor principal de Gran Vía en fase de montaje, izquierda. Los cables que entran por la parte superior provienen del equipo *Rotary*. A la derecha pueden verse los de la planta exterior, que llegan por el suelo. Finalizado el montaje, el repartidor es un elemento extraordinariamente ordenado.

Gran Vía a otro en Jordán. En la central de destino, el enlace provoca la selección de un segundo registrador que recibe desde la central de origen las cifras finales para completar el circuito.

Mediante este principio se podía automatizar una red telefónica nacional, pero ese paso no se produjo en ningún país antes de la Segunda Guerra Mundial, por la complejidad técnica y las inversiones necesarias. Durante muchas décadas las conferencias siguieron siendo cursadas por las telefonistas.

La automatización de una ciudad era un proyecto de gran envergadura y el paso de manual a automático se hacía en una noche. Por esta razón, Telefónica no podía esperar a que el rascacielos de Gran Vía estuviese completado para atender al centro de Madrid y se construyó un edificio provisional con fachada a la calle Fuencarral, sobre la parte trasera del solar. Esta central sustituyó a la obsoleta «Mayor» que gracias a esta operación pudo desmontarse en 1927.

Los primeros equipos *Rotary* ocuparon esta pequeña nave industrial. Cuando el rascacielos estuvo completo se trasladaron, junto a las líneas de nueva instalación, a las plantas segunda y tercera. Uno de los elementos decorativos más reconocibles de Gran Vía es el balcón del segundo piso sobre la portada. La creencia popular imaginaba que correspondía a la sala de reuniones del Consejo de Administración o al despacho del presidente que, de este modo, habrían gozado de vistas privilegiadas sobre la avenida. Nada más lejos de la realidad, en los rascacielos



Instalación del primer equipo automático *Rotary* de la CTNE, Santander, 1926 (Samot).

telefónicos los equipos se instalaban siempre en las plantas inferiores, por necesidades estructurales. El balcón solo servía para dejar paso a la luz en la sala de equipos.

Es muy complicado hacerse una idea de las dimensiones de estos colosos electromecánicos si no se ha visitado el interior de una central. Ocupaban filas y filas de bastidores en salas diáfanas para atender de forma simultánea las comunicaciones de miles de usuarios.

Su instalación era un trabajo muy especializado que realizaban cuadrillas de la empresa fabricante, Standard Eléctrica. Primero se colocaba el armazón metálico que iba a sostener los órganos de la central. A continuación, se introducían los cuadros, muy pesados, que se elevaban desde la calle usando una viga de carga. Cuando se completaba esta operación llegaba la más complicada, instalar correctamente cientos de miles de cables entre los distintos elementos del equipo. Finalmente, había que conectar el sistema *Rotary* con los pares de los abonados de la central. En el capítulo sobre cableado se explicó que estos llegaban desde la calle por la galería de cables y subían hasta los pisos en los que se situaban los cuadros *Rotary* por unos huecos llamados pasacables. La conexión no se hacía de forma directa sino utilizando un elemento intermedio llamado repartidor. Se trata de una gran celosía metálica en la que, por una parte, se conectaban los cables de los abonados y, por otra, los del equipo.

Para conectar un cliente a la central se tendía un puente, o conexión, entre esos dos extremos. Esta solución ingeniosa permitía, por ejemplo, pasar a todos los clientes del equipo manual al automático cuando este se instalaba. También se usó para sustituir los equipos electromecánicos por digitales cuando llegó el momento. Solo había que cambiar el puente y el cliente quedaba conectado al nuevo equipo.

El mantenimiento de un equipo *Rotary* era laborioso. Los contactos se ajustaban y limpiaban siguiendo rutinas de operación que llevaban a cabo los celadores y mecánicos de la Compañía. Cuando un abonado informaba de una avería, se abría el correspondiente boletín de reclamación y se revisaba la instalación. En estas ocasiones se usaba la mesa de pruebas, un equipo que permitía realizar medidas de las características eléctricas de la central y de la línea del usuario para detectar el punto en el que se había producido la anomalía.

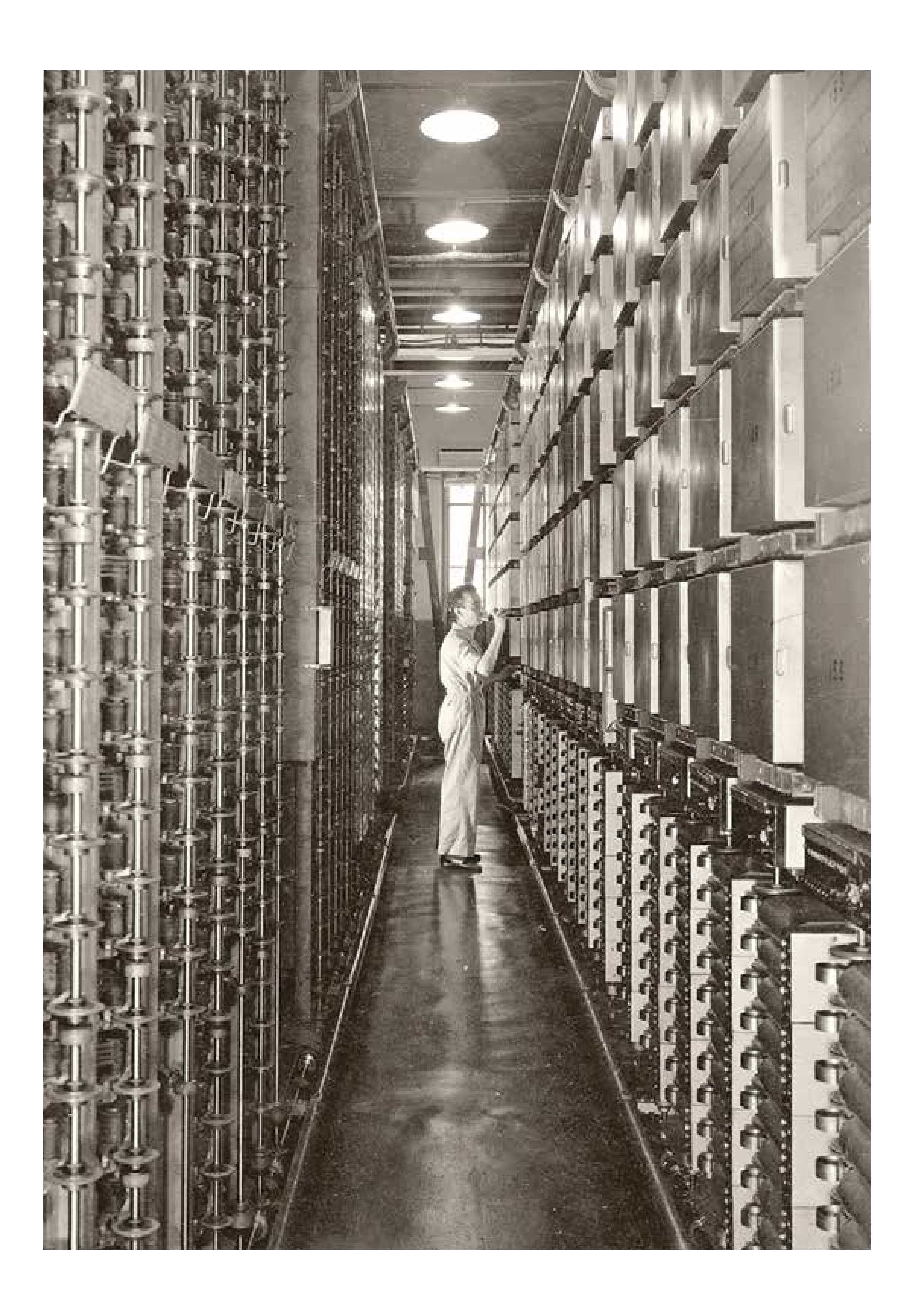
La *Rotary* de Gran Vía funcionó hasta 1987, seis décadas después de entrar en servicio. En agosto de 1993 se desmontaron las últimas ocho mil seiscientas líneas de la central de Aranjuez, la última en la que los equipos *Rotary* prestaron servicio.

> Al señalar diferencias entre los sistemas analógico y digital se comprueba, en primer lugar, cómo se ha modificado el espacio. Sin dejar Aranjuez: las 14 filas de bastidores de equipo rotatorio, con una ocupación de más de 400 metros cuadrados, se reducen a 2 de digital sin llegar a cubrir los 100 metros cuadrados. Y ambos dan servicio a unos 9.000 abonados.[5]

Los equipos *Rotary* cumplieron con su misión de automatizar el teléfono en España y se ganaron el afecto de los que trabajaron con ellos, en una relación muy parecida a la de los maquinistas con las locomotoras de vapor o a la de los marinos con los barcos de vela.

5
«El adiós a una época», folleto informativo del Gabinete de Prensa de la Dirección Territorial de Madrid de Telefónica, agosto de 1993.

El equipo *Rotary* de Gran Vía, hacia 1968. La imagen transmite a la perfección la sensación de orden de estas salas. Puede verse a un mecánico trabajando en uno de los cuadros, empequeñecido por la escala del equipo. Este espacio no se hizo para el ser humano sino para la máquina.





Empleados de la CTNE trabajando en el cableado del trayecto de la línea interurbana Madrid-Aranjuez, sobre el río Jarama.

5.

Equipos de transmisión y energía

Cuando la comunicación se lleva a cabo a larga distancia, no se puede utilizar un par de cables sin más, porque la señal telefónica se degrada y se vuelve ininteligible. Esto no ocurría en las comunicaciones urbanas, pero sí en cuanto se trataba de establecer una conferencia entre dos ciudades. Una de las quejas habituales de los usuarios del teléfono en España antes de 1924 era lo ruidosas que eran las líneas interurbanas. Como ocurría con otras carencias de la red, el problema no era técnico, sino económico.

La solución se había desarrollado en Estados Unidos, donde la cuestión era mucho más acuciante, dadas las dimensiones del país. Para conseguir una conversación nítida a larga distancia, hay que instalar repetidores en la línea. Un repetidor es un equipo que

recibe la señal telefónica debilitada, la amplifica y la reenvía, de manera que con múltiples repetidores se puede cubrir un vano de longitud ilimitada en la práctica. Esto solo resultó posible a partir del desarrollo de las válvulas termoiónicas, a principios de siglo XX, que fueron la base de la electrónica.

En 1915, American Telephone & Telegraph hizo un gran despliegue publicitario para realizar la primera llamada transcontinental, entre Nueva York y San Francisco, recuperando para la ocasión a Alexander Graham Bell.

En la telefonía primitiva, y por tal debe entenderse la anterior al uso de la electrónica, solo se podía transmitir una conversación por cada par de cables. Esto no parece una gran limitación si hablamos con otro teléfono de nuestra misma central, el par que va desde nuestro aparato hasta el equipo y el que va desde el equipo hasta el otro extremo son exclusivos. El problema se manifiesta en las conferencias, por ejemplo, si un cliente de Gran Vía quiere hablar con otro de Valladolid, a doscientos kilómetros de distancia. Tiene que haber un enlace entre las dos centrales, con un par de hilos de cobre de esa longitud que solo podrá ocupar una conversación. Lo habitual es que haya más de una llamada entre Madrid y Valladolid así que harían falta tantos pares de hilos como conversaciones quisiéramos permitir.

> Mientras en la actualidad se considera como prácticamente imposible el poner en comunicación a un abonado de la red de Sevilla con otro abonado de la red de Zaragoza, aunque haya tendidas entre Sevilla y Madrid por una parte, y Madrid y Zaragoza por otra, líneas de cobre de 5 mm de diámetro; con los repetidores que ha comenzado ya a instalar la Compañía, será permitido al negociante en La Coruña hablar con su corresponsal en Alicante. El director de una Compañía de vapores en Barcelona podrá conversar con el capitán de un barco de la misma en Cádiz. Más todavía, un oficial del ejército en África podrá transmitir a Madrid, Bilbao y otras ciudades, informes, peticiones de material, etc.[1]

La modernización de las comunicaciones de larga distancia, nacionales e internacionales, era urgente. El atraso era en este ámbito aun mayor que en la telefonía urbana y en el contrato entre la CTNE y el Estado se detallaban todas las líneas que debían construirse en el primer quinquenio. Se proyectó una red en estrella, con Madrid en el centro, en la que se emplearon sistemas de telefonía múltiple con amplificación electrónica, hasta entonces desconocidos en España, que garantizaban una calidad excelente.

Estas líneas se montaban con hilo desnudo en postes, que empezaron a aparecer junto a las principales carreteras españolas. Los trabajos de instalación fueron fuente de inspiración para los fotógrafos que trabajaron para la CTNE durante los primeros años de actividad.

Las normas de diseño y la maquinaria para la construcción se trajeron desde América como hicieron notar los ingenieros responsables del proyecto.

> Los métodos de construcción de las líneas de postes son prácticamente los mismos que los empleados en Estados Unidos.[2]

En las zonas urbanas, los cables de las líneas de transmisión se canalizaban, igual que los pares de abonado, de manera que los múltiples enlaces que confluían en

1 E. C. Laurent, «Introducción de los repetidores telefónicos en España», *Revista Telefónica Española*, vol. I, n.º 4 (abril de 1925), pp. 23-24.

2 O. C. Bagwell y J. R. Gopegui, «Carrier Systems in Spain», *Electrical Communication*, vol. IX, n.º 1 (julio de 1930), pp. 6-13.

Mapa con la red de transmisión de la CTNE a 29 de diciembre de 1926. Las rutas con sistemas múltiples aparecen resaltadas, en el resto se usaban pares convencionales.



Gran Vía utilizaban la misma galería de la calle Fuencarral.

La electrónica de los años veinte permitía transmitir tres conversaciones simultáneas por cada par de hilos, usando un método denominado modulación. Así se reducía el número de circuitos de cobre necesarios a la tercera parte, el ahorro económico que se conseguía de esta manera, justificaba la inversión en los equipos electrónicos. En la década siguiente, aparecieron los sistemas denominados «J» que aumentaban el número de conversaciones simultáneas hasta la docena.

Estos equipos se instalaban en salas dedicadas de las centrales, y se conectaban a los cuadros manuales o a los equipos *Rotary* usando el repartidor. Su operación estaba a cargo de personal especializado.

Para los repetidores se aprovechaban las centrales intermedias de la ruta o se construían pequeños edificios dedicados, como el de Valls (Tarragona).

La CTNE preparó una cuidada operación de relaciones públicas con ocasión de la inauguración del servicio automático en Madrid, en diciembre de 1926. Alfonso XIII presidió la ceremonia, en la central de la calle Hermosilla, porque por entonces aún se estaban excavando los cimientos de Gran Vía. Se preparó una demostración con un circuito de tres mil ochocientos kilómetros que recorría toda la geografía española y el monarca pronunció un breve discurso desde un teléfono para que pudieran escucharlo en todos los centros que intervinieron en la operación[3].

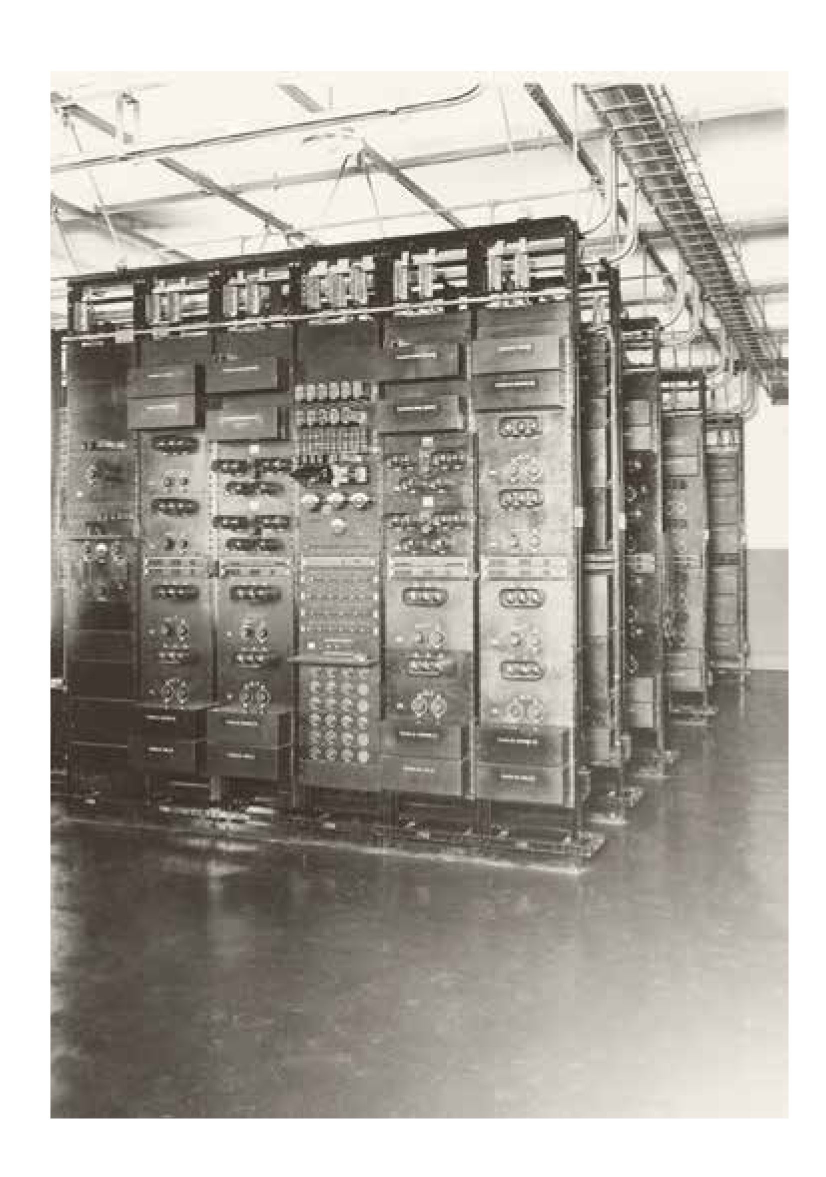
Además de los enlaces múltiples por cable, la modernización de la red se logró con la introducción de enlaces de radio de onda ultra corta para cubrir vanos especialmente complejos. Entre ellos se encontraban la comunicación con Baleares, que se inauguró en octubre de 1931, y las comunicaciones entre las islas del archipiélago canario, así como la conexión con Melilla. La tecnología de onda corta permitió también conectar telefónicamente por primera vez Canarias con la Península a principios de 1931[4].

Las comunicaciones internacionales eran el negocio para el que había nacido ITT, de modo que fueron tratadas con especial atención. Antes de 1924 las únicas conexiones con el exterior eran la línea Madrid-París por Irún y el enlace de Barcelona con Port-Bou. El deficiente estado de conservación de

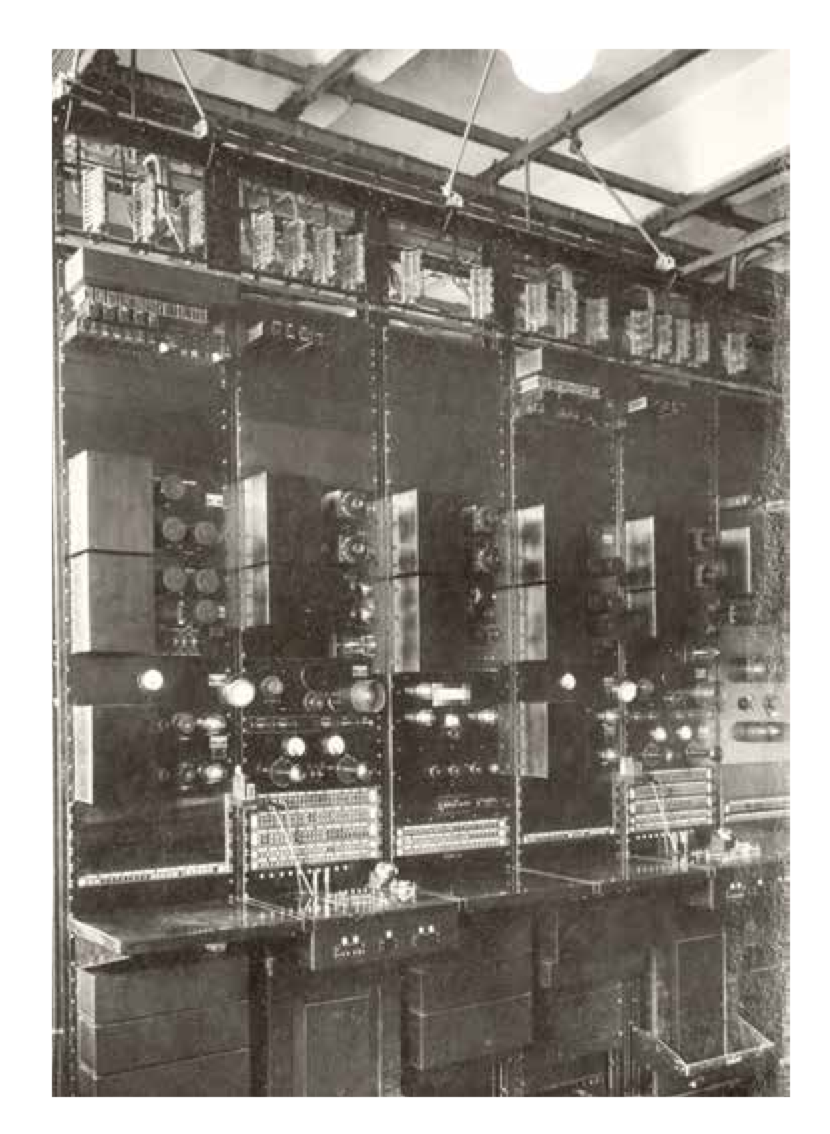
3
Kenneth McKim, «El teléfono automático en Madrid se inauguró con extraordinaria solemnidad el 29 de diciembre de 1926», *Revista Telefónica Española,* vol. III, n.º 1 (enero de 1927), pp. 7-22.

4
«El servicio telefónico entre la Península y Canarias», *ABC*, año XXVII, n.º 8761 (23 de enero de 1931), p. 20.

Sistemas de trasmisión múltiple tipo C-3, instalados en Gran Vía, Madrid.



Equipo terminal de radio en Gran Vía, Madrid.



Página siguiente:
Último poste de la línea de conexión con Portugal en territorio español, 1928.
Al fondo puede verse el poste portugués con un modelo de travesaños diferente.
Don Pedro Pérez Sánchez, vicepresidente de ITT España, prueba la línea Madrid-Cáceres-Valencia de Alcántara ante las delegaciones de ambos países.

las redes española y francesa hacía difícil mantener una conversación de calidad. Un acuerdo entre CTNE y la operadora estatal francesa mejoró el mantenimiento y puso operativa la línea. En 1927 se instaló un circuito múltiple de tres canales[5]. Esta conexión era de máxima importancia porque daba acceso al continente europeo y a las islas británicas gracias al cable submarino Boulogne-Canterbury tendido en 1928. Ese año se completó el primer circuito con transmisión múltiple hasta la frontera portuguesa.

Desde el 7 de enero de 1927 funcionaba el servicio telefónico entre Gran Bretaña y Estados Unidos, mediante un radioenlace de calidad irregular, que costaba veinticinco dólares por minuto. La comunicación telefónica transatlántica era un lujo al alcance de muy pocos usuarios, pero para ITT la conexión Madrid-Londres abría la posibilidad de dar el salto a América.

El 13 de octubre de 1928 se estableció la primera conferencia Madrid-Washington vía Londres, en presencia del rey y del presidente de Estados Unidos. Era un gran logro publicitario, aunque el único tramo propio de red de la CTNE era el enlace Madrid-Irún. Esta ceremonia fue muy importante para la historia de Gran Vía, ya que es el primer gran acontecimiento que albergó.

El rascacielos aún no estaba terminado pero se habilitó una de las salas de equipos de la planta tercera, aún sin uso, para que Alfonso XIII y su séquito pudiesen hablar con el presidente John Calvin Coolidge[6]. Aprovechando la visita, Sosthenes Behn invitó a la comitiva regia a visitar las obras y es ese día cuando Luis Ramón Marín tomó una conocida instantánea de Alfonso XIII contemplando las magníficas vistas desde la azotea.



5
L. G. Freeth, «The London-Paris-Madrid Telephone Service», *Electrical Communication*, vol. VIII, n.º 3, (enero de 1930), pp. 196-201.

6
F. Escrivá de Romaní, «Se inaugura el servicio telefónico entre Madrid y Norteamérica», *Revista Telefónica Española,* vol. IV, n.º 11, (noviembre de 1928), pp. 7-22.

Justo un mes más tarde, ITT pudo hacer una demostración de su presencia mundial, al repetir una ceremonia similar entre Madrid y La Habana, empleándose en el último tramo el cable submarino entre Cuba y Florida. El escenario fue la misma sala de Gran Vía, con presencia de nuevo del rey, que en esta ocasión pudo hablar con el presidente Gerardo Machado. Lo interesante de esta segunda ceremonia es que el extremo cubano de la conferencia se alojó en el rascacielos de la Cuban Telephone Company, quedando ambos edificios unidos por primera vez. Además, el acontecimiento se recogió tanto en la *Revista Telefónica Española*[7], como en la *Revista de Comunicaciones Internacionales,* que editaba ITT[8].

La memoria de accionistas de 1928 proclamaba con orgullo que se habían ampliado las conexiones internacionales a Portugal, Bélgica, Inglaterra, Países Bajos, Alemania e Italia en Europa y a Estados Unidos, Cuba, Canadá y México en América.

La comunicación vía Londres podía resultar provechosa desde el punto de vista publicitario para ITT, pero no era una operación comercial rentable. En 1929 la CTNE estableció su primer radioenlace propio entre América y Europa, de mucha mayor longitud, pues ponía en comunicación directa España y Argentina mediante seis canales simultáneos. La inauguración tuvo lugar el 12 de octubre de 1929, con una conferencia entre Buenos Aires, Montevideo y Sevilla, desde la central situada en el recinto de la Exposición Iberoamericana.

El proyecto se concibió en los laboratorios de Londres de ITT. Las instalaciones de onda corta eran de un tamaño colosal. No había un único centro, sino dos, el emisor en Pozuelo del Rey y el receptor en Griñón, ambos en las proximidades de Madrid. Los argentinos se encontraban en las poblaciones de Hurlingham y Plátanos en la provincia de Buenos Aires.

Las fotografías de las salas de equipos de radio muestran una imagen de la modernidad más rabiosa del momento; parecen salidas de la película *Metrópolis* o de un cómic de *Flash Gordon*. La confidencialidad de la comunicación se aseguraba con cifrado en ambos extremos.

> El equipo de secreto constituye uno de los aspectos más interesantes de este circuito radiotelefónico, y su objeto es asegurar la reserva de las conversaciones y hacer casi imposible que los aficionados u otras estaciones de radio escuchen lo que se dice.[9]

Este enlace funcionó hasta la Guerra Civil. En el transcurso del conflicto dejó de prestar servicio por la falta de repuestos, pero pronto volvió a usarse, gracias a una historia poco conocida, documentada en la revista *Bell Telephone Magazine*, de AT&T[10].

En 1940, tras la devastadora ofensiva alemana y la entrada de Italia en guerra, el único radioenlace operativo entre Estados Unidos y Europa continental que quedaba era con Berna. En otoño de ese año, con Estados Unidos aún como país neutral, se decidió reutilizar las estaciones del radioenlace con Buenos Aires para establecer uno nuevo entre Nueva York y Madrid. El artículo no detalla exactamente qué pieza faltaba para devolver a la vida los equipos, pero indica que pesaba unos veinte kilos y se envió por avión a Lisboa y, desde allí a Madrid en camión. El enlace se puso en funcionamiento y así siguió, de manera que cuando Estados Unidos entró en guerra con Alemania, disponía de comunicaciones directas en Europa con Suiza, España y

7 «De la inauguración del servicio telefónico entre España y Cuba», *Revista Telefónica Española*, vol. V, n.º 1 (enero de 1929), pp. 32-33.

8 «España y América unidas por teléfono», *Revista de Comunicaciones Internacionales,* vol. V, n.º 1 (enero de 1929), pp. 1-14.

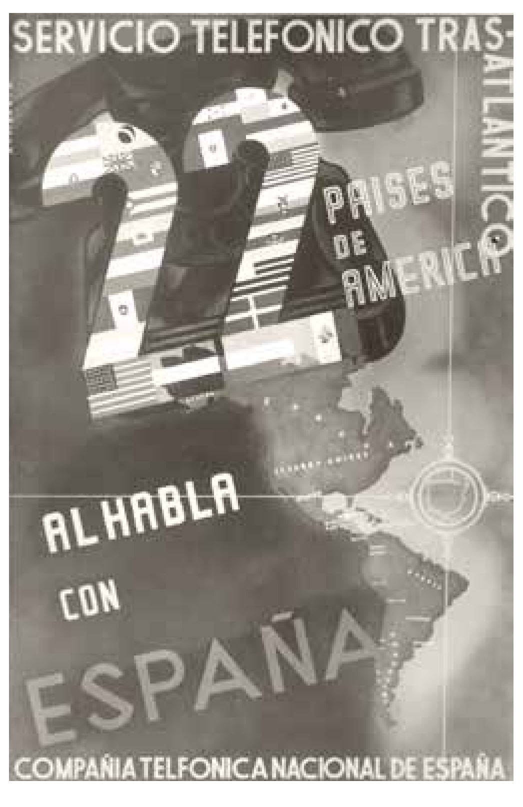
9 «España, Argentina y Uruguay unidos telefónicamente», *Revista Telefónica Española*, vol. V, n.º 11 (noviembre de 1929), pp. 21-30.

10 William G. Thomson, «America Is Calling», *Bell Telephone Magazine*, vol. 26 (primavera de 1947), pp. 36-51.

Inauguración del servicio telefónico entre España y Cuba. En el centro de la mesa presidencial, S. M. el rey Alfonso XIII, a su derecha: infante don Fernando; presidente del Consejo de Ministros, general Primo de Rivera; vicepresidente del Consejo de Ministros, general Martinez Anido; director de Comunicaciones, señor Tafur. A la izquierda del rey: Obispo de Madrid-Alcalá, monseñor Fijo; embajador de Cuba, señor Garcia Kohly; presidente de la Compañía Telefónica Nacional de España, señor marqués de Urquijo, y señor Hernand Behn, presidente de la Cuban Telephone Company y vicepresidente de la International Telephone and Telegraph Corporation. Madrid, 1928 (Marín).









Carteles publicitarios del servicio telefónico internacional de la CTNE. Los dos primeros están firmados por Arribas.

Portugal usando la red española. Funcionó durante todo el conflicto.

El teléfono necesita suministro eléctrico para funcionar. En el circuito más simple hay una batería para permitir la conversación entre los dos hablantes. Los teléfonos primitivos usaban batería local, una pila que se instalaba en el aparato doméstico y que la compañía telefónica tenía que sustituir cada poco tiempo por otra cargada. Los aparatos de batería local eran poco fiables porque esta podía ser defectuosa o encontrarse descargada, haciendo imposible que se estableciese la llamada. En 1924, aún quedaban en España muchos aparatos de este tipo, sobre todo en las redes más pequeñas.

La evolución tecnológica llevó a principios del siglo xx a la generalización del uso de la batería central. En este tipo de montaje, el circuito se alimenta desde la central telefónica. Esta solución tenía ventajas frente a la anterior. Entre ellas destacan la eliminación del problema logístico de tener que instalar y recargar las pilas de cada uno de los teléfonos de la red y la posibilidad de que los equipos telefónicos

funcionen aunque se produzca una interrupción del suministro en los domicilios.

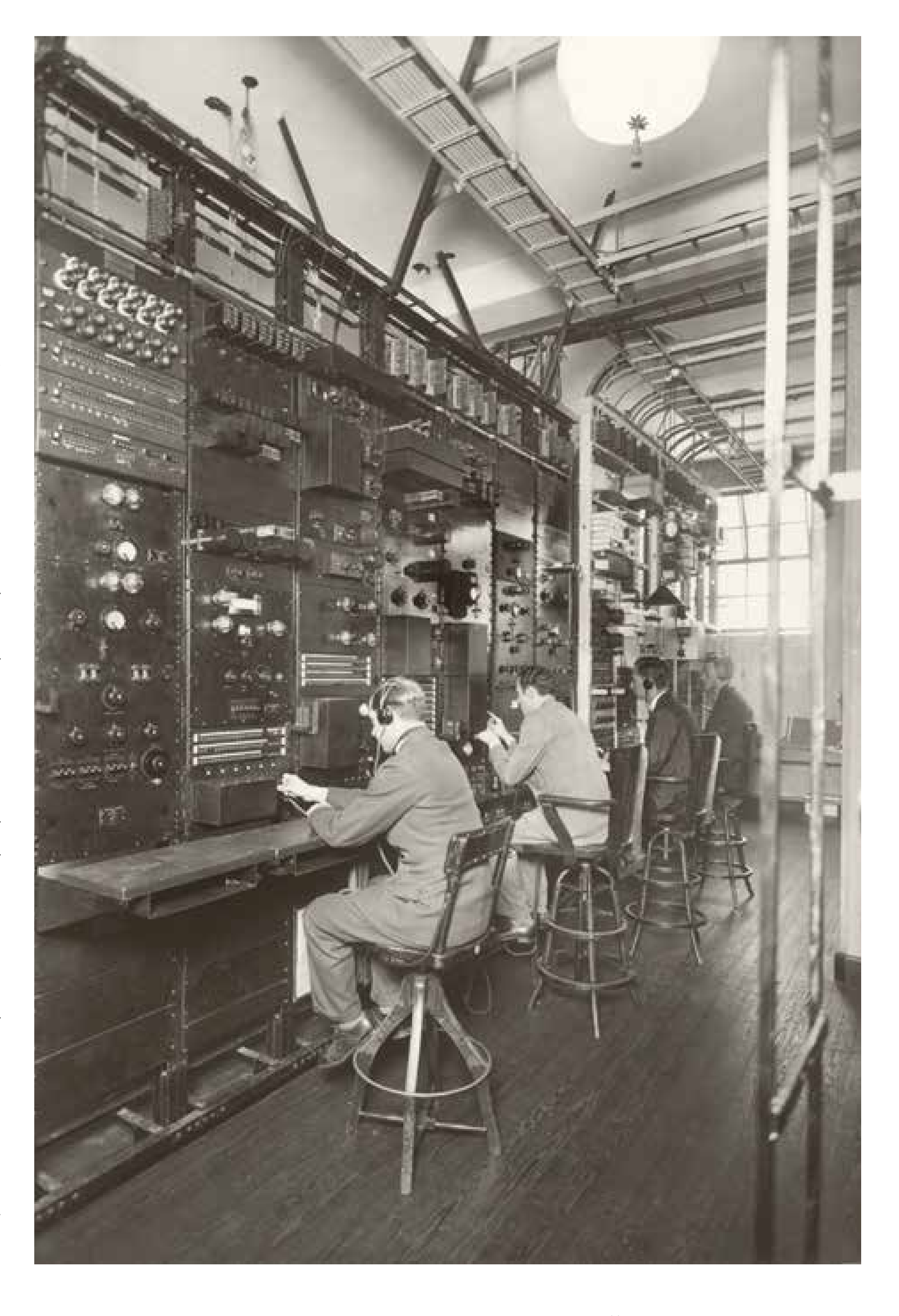
Para lograrlo, había que instalar grandes bancos de baterías, generadores y equipos adicionales como transformadores y rectificadores. Todos ellos se caracterizan por ser muy pesados y eso condicionó el diseño de las centrales que ya no podían instalarse en cualquier edificio alquilado. Es importante que estos elementos estén aislados de los de telecomunicación, por las interferencias que producen, y es también preciso separar de forma rigurosa el cableado.

La demanda de energía eléctrica aumentó de forma sensible con la llegada de la telefonía automática, los sistemas de transmisión múltiple, los de radio, etcétera.

El elemento más llamativo son las baterías, de tamaño mucho mayor que las de un automóvil y situadas en salas con condiciones de aislamiento especiales. Contienen plomo y ácidos, por lo que siempre han existido normas de seguridad muy estrictas para su manejo. La función de las baterías es alimentar los circuitos telefónicos y todos los equipos que hacen funcionar la red, incluso aunque se pierda temporalmente el suministro externo.

> Esta instalación merece especial atención, pues será preciso evitar la posible formación de atmósferas explosivas, que pueden originarse cuando la cantidad de hidrógeno alcanza en el aire proporciones en volumen comprendidas ente el 4% y el 75%. La ventilación podrá ser natural o forzada.[11]

Telefónica indica que el forjado de la sala de baterías tiene que tener una resistencia mínima de mil quinientos kilogramos por metro cuadrado. La sala debe



Equipo terminal de la línea de Madrid en Nueva York (Gómez).

11 CTNE, *Edificios de red convencionales*, 2ª edición, Norma técnica NT.i2.016. Madrid: CTNE, 2000, p. 113.



Equipos de fuerza en Gran Vía, Madrid.

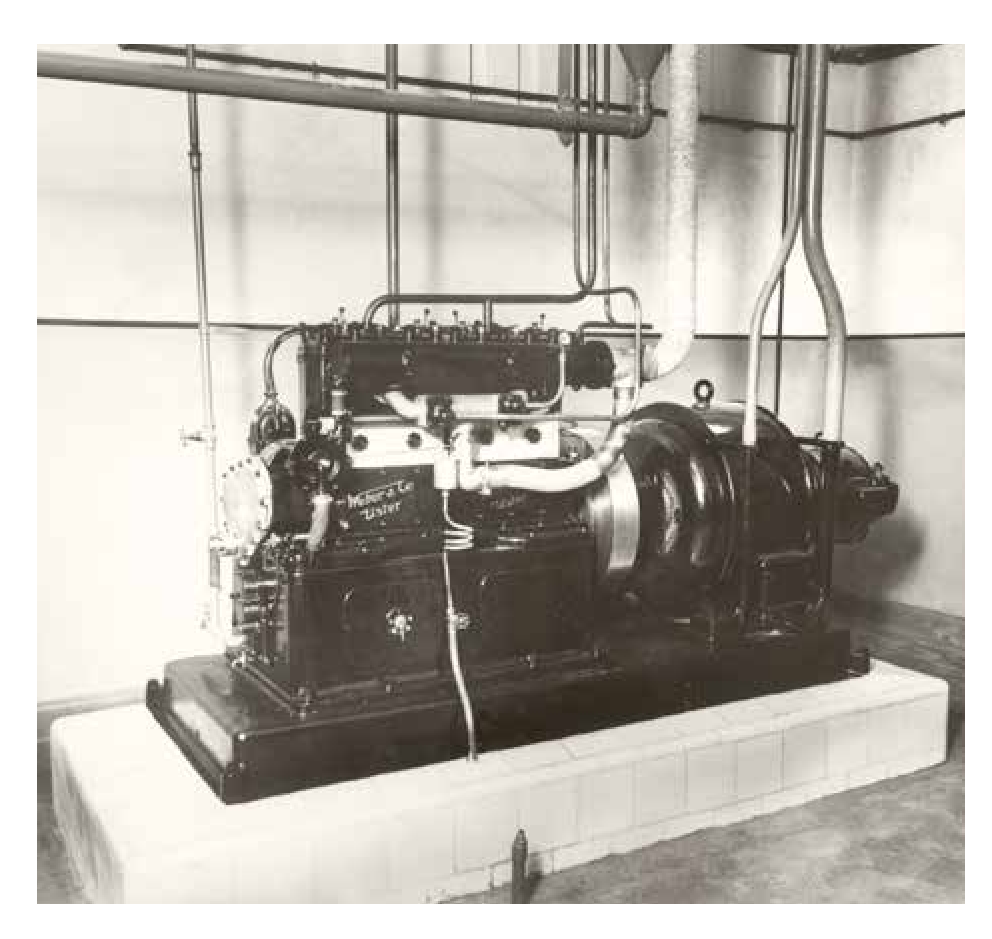
disponer de un desagüe a prueba de ácido y tanto el suelo como las paredes se protegen con pintura anticorrosiva.

Por su propia naturaleza, las baterías proporcionan corriente continua. Todos los equipos se diseñaron para poder funcionar con un voltaje de 48 voltios y ese requisito se ha mantenido hasta la fecha en las redes de telecomunicación. Como la red eléctrica proporciona corriente alterna, hacen falta rectificadores, equipos que convierten la corriente alterna en continua para poder recargar las baterías.

Si por cualquier circunstancia la central deja de recibir suministro externo, las baterías no pueden mantener en funcionamiento todas las instalaciones más que unos minutos. Resulta crítico que el servicio no se interrumpa bajo estas circunstancias, porque pueden producirse situaciones de emergencia. En esos momentos es cuando el teléfono resulta más necesario.

El último recurso para no suspender el servicio son los generadores con motor de explosión, que pueden recargar toda la instalación mientras dure el combustible. Estos generadores necesitan salidas de humos.

Cada central con equipo automático de la CTNE se terminó convirtiendo en un pequeño centro de generación eléctrica, uno de los aspectos de estas instalaciones más desconocidos para el público. Gran Vía, por sus dimensiones y cantidad de equipos, era el más destacado de todos.



Motor para el generador de emergencia (Marín).



Parábolas del radioenlace Madrid-Sevilla, edificio de Gran Vía, Madrid.



6.

Nuevos medios de transmisión

Las telecomunicaciones experimentaron un gran avance después de la Segunda Guerra Mundial como consecuencia de las elevadas inversiones en investigación en electrónica. Algunas tecnologías que se encontraban en fase experimental antes de 1939 alcanzaron en el transcurso del conflicto un grado de maduración que permitió su aplicación comercial en el campo de la telefonía.

Ya hemos visto en un capítulo previo cómo la radio fue el medio que permitió las primeras comunicaciones telefónicas transatlánticas, usando onda corta. Las antenas y equipos eran de gran tamaño y el precio de estas llamadas era muy elevado. Para los enlaces peninsulares se usaban ondas decimétricas, que seguían necesitando antenas de tamaño considerable.

Llamamos «microondas» a las radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda se encuentra entre un metro y un milímetro. Existe una relación inversa entre dicha longitud y el tamaño de la antena requerida para su emisión y recepción. Por este motivo, ya desde principios de los años treinta, el empleo de enlaces de microondas había despertado el interés de los ingenieros.

El principal obstáculo con que se encontraban era la falta de una electrónica fiable y fácil de producir para manejar estas frecuencias, pero ya en 1931 el francés André Clavier demostró la utilidad de las microondas aplicadas a la transmisión telefónica con un enlace entre Calais y Dover, que usaba antenas parabólicas de tres metros de diámetro. La forma de las antenas no es una mera curiosidad. La onda corta se transmite reflejándose entre la superficie terrestre y la estratosfera, de ahí su alcance. Las microondas, por el contrario, lo hacen de forma muy similar a la luz visible, en línea recta. La antena parabólica tiene la propiedad geométrica de concentrar la emisión en un haz rectilíneo, facilitando su enfoque.

Otro pionero de esta tecnología fue el propio Guglielmo Marconi, que realizó experimentos en 1931 en el mar Tirreno y construyó para el papa Pío XI el primer radioenlace privado entre el Vaticano y Castel Gandolfo, inaugurado en 1932. En Alemania Hans Erich Hollmann, del laboratorio de Telefunken, y en Estados Unidos el Radiation Laboratory del Massachusetts Institute of Technology y los Bell Labs de AT&T trabajaban también en ese terreno.

La primera aplicación práctica fue la construcción de una cadena de radioenlaces de microondas entre Alemania y la zona ocupada de la Unión Soviética en 1942, para las comunicaciones del ejército alemán. Durante el resto de la guerra el uso bélico de esta tecnología se extendió, pero no hubo aplicaciones civiles hasta su conclusión. Fue necesario otro ingrediente, el abaratamiento de la electrónica necesaria para popularizar estos equipos.

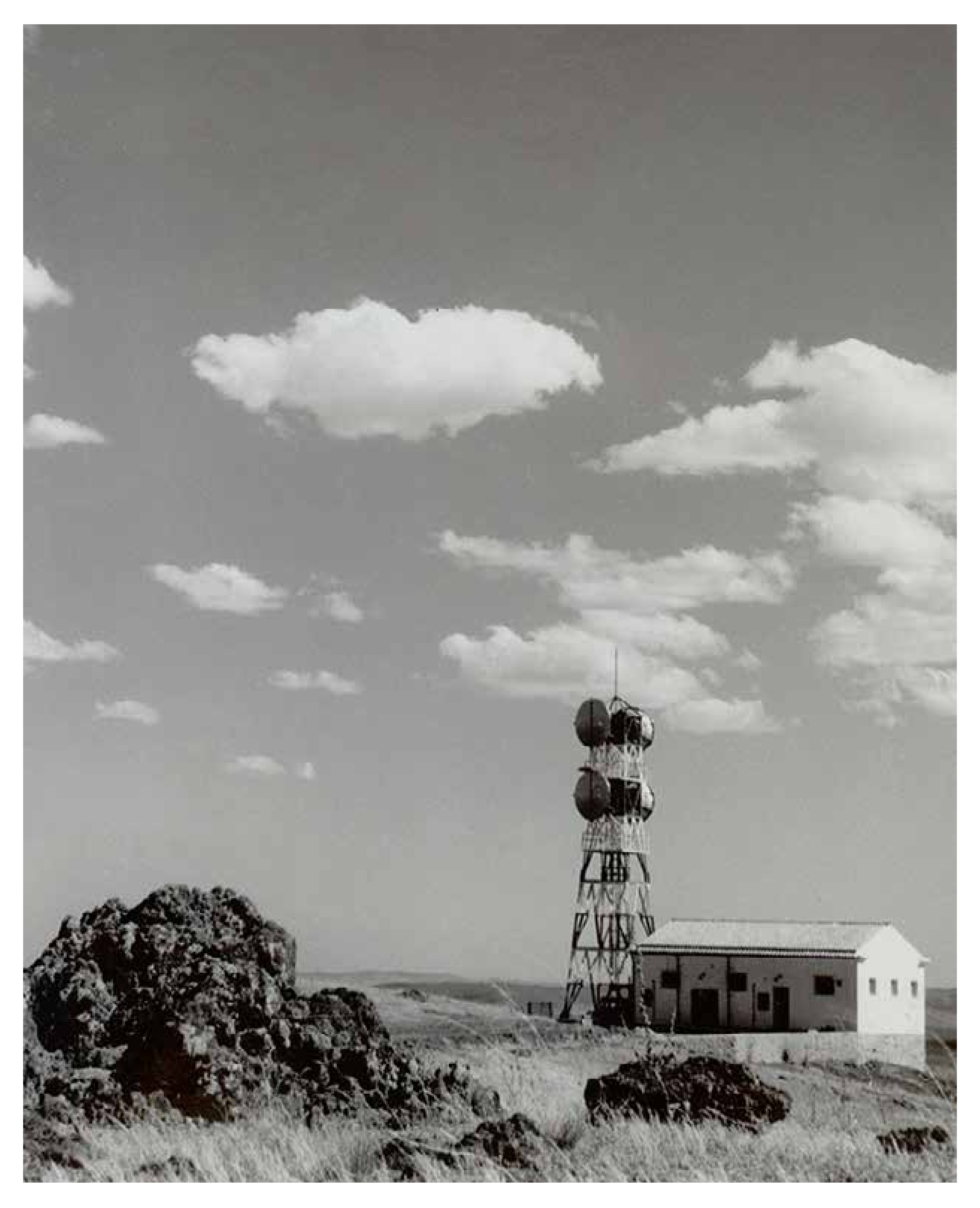
Las investigaciones en microondas habían llevado a concluir a distintos equipos que podrían usarse como método de detección a distancia. Es la base del RADAR (*Radio Detection and Ranging*).

> La historia del radar se ha narrado a menudo desde la perspectiva de las naciones que lo usaron para ganar la Segunda Guerra Mundial. Los libros de historia a veces afirman que el radar ganó la guerra para los Aliados. Esto es una exageración puesto que ambos bandos usaron el radar. La investigación sobre el radar ya estaba en marcha en ocho países mucho antes de la guerra. [...] Los primeros radares se construyeron hacia 1934-1935 en una especie de esfuerzo internacional en paralelo. La falta de cooperación se debió a cuestiones estratégicas, condiciones políticas y. más tarde, al propio estado de guerra.[1]

La guerra fue el estímulo para el desarrollo de la electrónica necesaria en un plazo muy breve. Como subproducto de aquel esfuerzo bélico, los enlaces telefónicos de microondas resultaron viables económicamente. Un resultado inesperado de esta investigación fue el horno de microondas. Su principio fue descubierto de forma accidental por Percy Lebaron Spencer en 1945. Mientras probaba un circuito de alta potencia para radares notó como una chocolatina que llevaba encima se derretía.

1 Massimo Guarnieri, «The Early History of Radar [Historical]», *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 4, n.º 3 (septiembre de 2010), pp. 36-42.

Repetidor de radioenlaces de microondas en la línea Madrid-Sevilla en Almagro, Ciudad Real. Las microondas se transmiten hasta la línea del horizonte, por lo que para cubrir una distancia como la que separa Madrid y Sevilla es necesario hacerlo vano a vano, instalando repetidores como este.
La antena receptora recoge la señal y la pasa al equipo regenerador de la caseta, que la amplifica y reemite hacia el siguiente repetidor. La situación de estas instalaciones la determina la orografía, por eso se construían a menudo en despoblado y funcionaban de manera desatendida.





Instalación de una antena parabólica en la azotea de Gran Vía para el radioenlace de microondas con A Coruña, 1965. El diámetro del paraboloide es de aproximadamente 3,5 metros.

En 1947 AT&T puso en servicio la primera ruta de su proyectada red nacional de enlaces de microondas entre Nueva York y Boston. En su folleto propagandístico, destacaba los detalles más llamativos para el público. Las antenas en lo alto de las centrales pasarían a formar parte del paisaje urbano desde ese momento. Debido a que las microondas se propagan como un rayo de luz, su alcance es hasta la línea del horizonte y puede aumentarse cuanto más altas se coloquen las antenas. Eso dio lugar a la construcción de estructuras especiales en los edificios y, con él, a la aparición de torres de telecomunicaciones diseñadas con este fin. El otro elemento novedoso fue la instalación de repetidores en medio del campo para poder cubrir el trayecto vano a vano.

El primer enlace de microondas de la CTNE se instaló entre Gran Vía y San Lorenzo de El Escorial en 1953[2] y en 1957 se completó la primera ruta de gran capacidad entre Gran Vía y la central sevillana «Oriente».

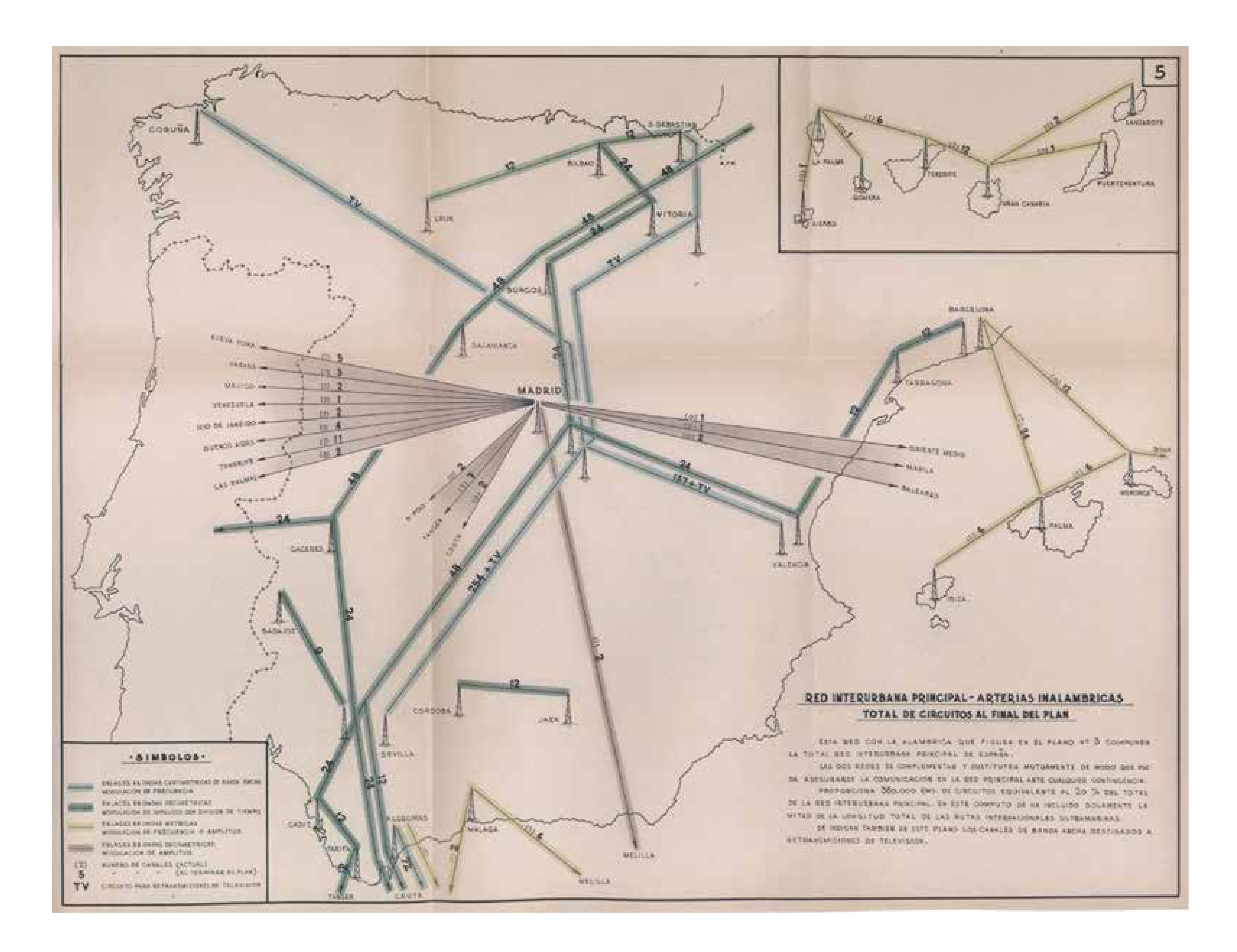
La incorporación de esta tecnología hizo que la azotea del rascacielos de Telefónica se poblase de antenas parabólicas. Por su magnífica situación se convirtió en el vértice de la red nacional de microondas.

En años posteriores, algunas de las nuevas centrales se construyeron con una torre con aspecto de campanario para poder acomodar las antenas. Destaca por sus dimensiones y diseño la de la central «Espiño», en A Coruña, proyectada por el arquitecto Francisco Riestra Limeses en 1959.

La electrónica de los años cuarenta se basaba en las válvulas de vacío y todos los avances prácticos conseguidos durante la guerra empleaban este tipo de componentes. En paralelo se desarrollaba una línea de investigación que usaba dispositivos semiconductores. Buscaba la aplicación práctica de la física cuántica, pero al empezar la guerra aún no había alcanzado el grado de madurez necesario. William B. Shockley, de los Bell Labs, trabajó en esos años para elaborar diodos de germanio. Este material es el primer semiconductor que se pudo obtener con el grado suficiente de pureza para construir componentes operativos y durante la guerra se emplearon diodos de germanio en equipos de radar. Con la experiencia obtenida, en 1947 Shockley, con John Bardeen y Walter H. Brattain, construyó el primer amplificador de estado sólido de la historia, el transistor, uno de los inventos revolucionarios del siglo XX. El transistor es

2 La prensa se hace eco ese mismo año del estudio preliminar de la CTNE para instalar el Servicio Móvil Urbano Telefónico: «Estudio sobre la posible implantación del servicio móvil urbano telefónico», *La Vanguardia Española*, año LXIX, n.º 27032 (6 de mayo de 1953), p. 15.

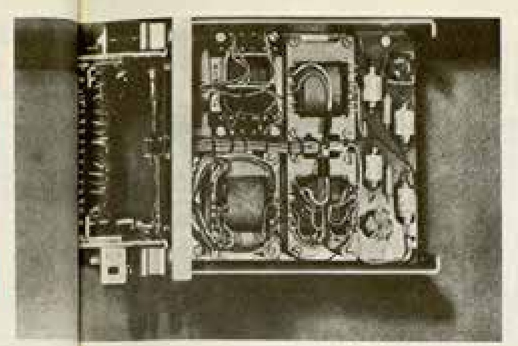
«Plan para el desarrollo de la red telefónica española» (CTNE), 1952. Mapa de los radioenlaces planificados para la red de la CTNE. Los enlaces de microondas aparecen en color azul (ondas centimétricas en la leyenda). Los de color verde, son los de ondas decimétricas, la tecnología usada anteriormente para construir radioenlaces en la Península. En amarillo, los enlaces de ondas métricas, que aprovechaban la propagación troposférica para cubrir vanos sobre el mar, obsérvese su uso en los archipiélagos. En gris, irradiando desde Madrid, las ondas decamétricas (onda corta) que permitían la telefonía transoceánica.



Artículo divulgativo sobre el uso del transistor en los equipos de la red de telecomunicaciones. Isidro Madrid Roda, «El transistor y su aplicación a la comunicación telefónica», *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 2 (mayo de 1967), pp. 8-9.

Divulgación técnica

"El transistor y su aplicación a la comunicación telefónica"



VISTA LATERAL DEL REPETIDOR DE IMPEDANCIA NEGATIVA TRANSISTORIZADO

Origen y desarrollo

Ventajas de su utilización

Introducción en equipos telefónicos específicos

Por ISIDORO MADRID RODA

CIRCUITO A TRANSISTORES INTEGRADO

ASPECTO EXTERIOR AMPLIADO

CIRCUITO ELÉCTRICO CORRESPONDIENTE —TAMAÑO REAL—

LA invención del transistor tuvo lugar en los laboratorios americanos del Bell System hacia el año 1948. En realidad, elementos de la familia del transistor (semiconductores) eran estudiados y conocidos desde bastante tiempo antes. El impacto de este descubrimiento fue muy profundo, revolucionando en muy pocos años las técnicas electrónicas existentes, basadas casi exclusivamente en el tubo de vacío y mereciendo sus tres principales descubridores, J. Bardeen, W. H. Brattain y W. Shockley, el Premio Nobel de Física en 1956.

PRECISAMENTE por estar orientada la Compañía desarrolladora preferentemente a la fabricación de sistemas telefónicos se trató casi desde el primer momento de utilizar las ventajas que este dispositivo presentaba en el diseño y fabricación de sistemas telefónicos, donde las posibilidades de perfeccionamiento de la válvula de vacío estaban casi agotadas. Sus ventajas pueden fijarse así:

a) La posibilidad del dispositivo de poder obtener corrientes electrónicas controladas dentro del mismo sin necesidad de recurrir a una fuente de electrones incandescentes, como ocurre en las válvulas, con el consiguiente mayor consumo de potencia, mayor complejidad en el circuito y, sobre todo, mucho mayor disipación de calor.

b) La baja tensión requerida para el funcionamiento del transistor, lo que permite miniaturizar los circuitos recurriendo a hacer muy pequeña la separación entre conductores, sobre todo cuando éstos carecen de aislamiento, como en el caso de los circuitos impresos utilizados hoy día extensivamente en toda técnica de transistores.

c) El propio tamaño del transistor, mucho más reducido con respecto a la válvula, que, junto con las ventajas citadas anteriormente, hace posible intercalar apretadamente una gran cantidad de componentes en un espacio pequeño.

d) La confiabilidad y vida de funcionamiento de estos elementos, prácticamente ilimitada.

e) Aunque al principio el precio de los primeros sistemas salía más a...



EQUIPO MULTICANAL TRANSISTORIZADO. UNIDAD DE TRASLACIÓN DE CANAL

...ro que el de las antiguas válvulas, hoy con las nuevas técnicas de fabricación en serie, puede decirse que el coste de un equipo transistorizado es bastante menor que otro de válvulas de características similares.

ACTUALMENTE, prácticamente todos los nuevos diseños de sistemas telefónicos en el mundo son a base de transistores, habiéndose ...pezado, claro está, la sustitución en sistemas de pequeño alcance y capacidad hasta ir llegando a los grandes sistemas de 960 y más canales por cable o radio, que, normalmente, por ser más complicados y costosos hubieron de esperar a que se obtuvieran resultados satisfactorios de explotación con sus hermanos menores. Así en las explotaciones telefónicas en general, y desde luego en nuestra Compañía, se empezó transistorizando el equipo de baja frecuencia por estar constituido por unidades independientes (los repetidores), a los que se adaptaban perfectamente los primeros transistores, que sólo valían para frecuencias muy bajas; incluso en este campo la aplicación del transistor fue decisiva para comercializar un tipo especial de repetidor, el de impedancia negativa, de reciente introducción en nuestra red.

CON la aparición de transistores útiles para frecuencias más elevadas se empezó el empleo de los mismos para los sistemas de corrientes portadoras, cuyas características especiales de gran concentración de equipos en las centrales hacían ideal su sustitución por otros en los que el espacio, consumo de energía y disipación de calor fueran sensiblemente disminuidos. Uno de los primeros sistemas en hacerlo fueron los de tipo llamado "Rural", donde las características de bajo consumo y confiabilidad de funcionamiento eran esenciales para efectuar la instalación de estos equipos en lugares que, como su propio nombre indica, estaban frecuentemente a la intemperie y alejados muchas veces de todo centro de población. El empleo de sistemas de alta frecuencia transistorizados de 12 canales por línea aérea o cable de cuadretes es más reciente.

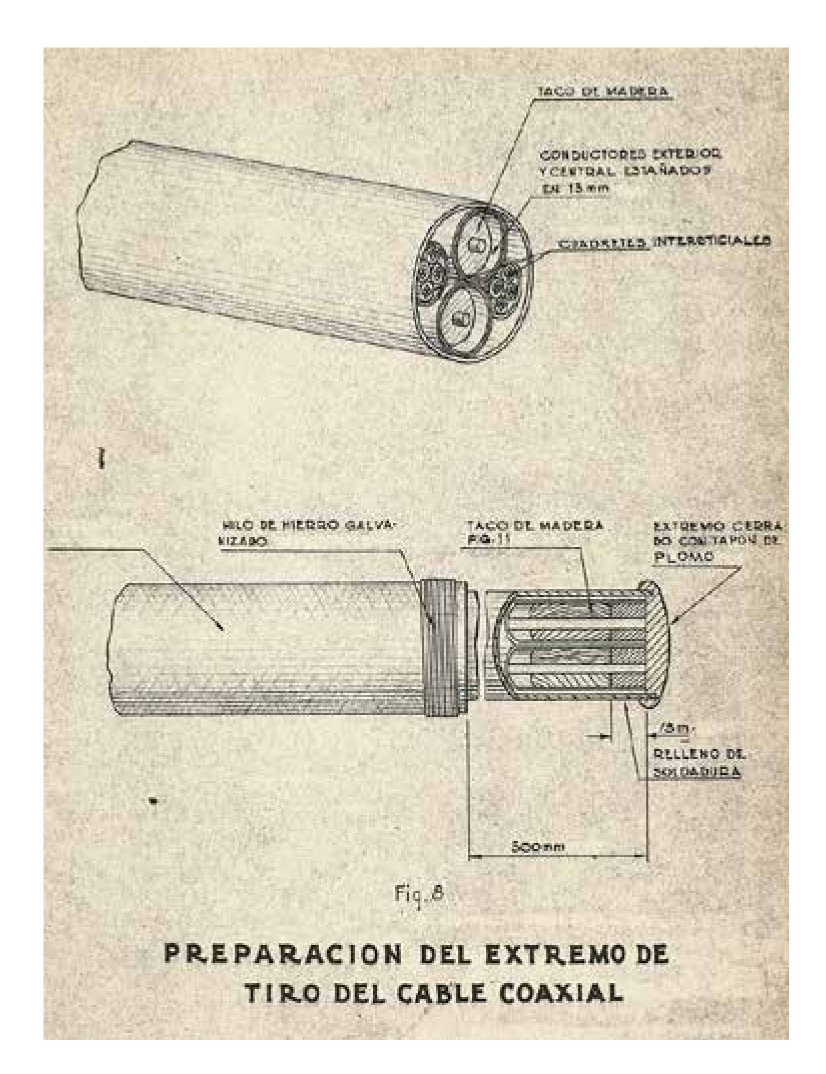
EN la actualidad la experiencia acumulada en la fabricación y explotación de sistemas telefónicos transistorizados es suficiente para que se haya acometido la transistorización total de los sistemas de gran capacidad por cables coaxiales y radioenlaces, estando instalados o previstos instalar una gran cantidad de ellos en nuestro país.

EXISTEN dos campos en la transmisión telefónica donde todavía no se ha impuesto la transistorización total; uno de ellos es el de los equipos de microondas, donde las especiales características de potencia y muy alta frecuencia obligan en muchos casos a recurrir a dispositivos especiales de tipo válvula (Klystron, tubo de ondas progresivas), pero donde el continuo perfeccionamiento de los elementos semiconductores está apuntando ya a una sustitución de aquéllos por éstos. El otro es en los sistemas de cables submarinos telefónicos, debido a la especialísima garantía de seguridad que se exige a los repetidores sumergidos de estos sistemas, que en muchos casos obliga a la comprobación durante largos períodos de tiempo del comportamiento de los mismos antes de efectuar su tendido en el mar; en la actualidad, y aunque todos los sistemas de cables submarinos telefónicos existentes tienen repetidores sumergidos a válvulas, el desarrollo de estos elementos con transistores va muy adelantado y puede esperarse que dentro de uno o dos años empiecen a tenderse cables submarinos transistorizados de gran capacidad de canales que sustituirán definitivamente a los actuales, de menor capacidad.

UNO de los modernos sistemas de comunicaciones en que el empleo de los circuitos transistorizados fue desde el primer momento casi total es el de los sistemas de modulación por impulsos codificados (PCM), de características completamente distintas a nuestros actuales sistemas analógicos de transmisión, y donde las señales, en vez de ser transmitidas de una forma continua como en aquéllos, son descompuestas (muestreadas) en varios de sus puntos para ser luego cuantificadas y transmitidas a línea en una serie de impulsos discontinuos, que después de sufrir en el otro terminal un tratamiento inverso vuelven a restituirse a su espectro inicial.

DE cara al futuro puede decirse que el empleo de transistores y todavía más de circuitos integrados, en que varios de ellos forman un circuito determinado en un mismo conjunto, será completamente extensivo a todos los equipos telefónicos. Fundamentalmente podemos decir que el transistor es un elemento de características completamente opuestas a las de la válvula, pues mientras aquélla controla tensiones, éste lo hace con corrientes, lo que obliga a que las técnicas de medidas y verificaciones de unos y otros circuitos sean totalmente diferentes, e incluso que la experiencia acumulada en los antiguos circuitos de válvula no valga en gran proporción para los transistorizados.

INDUDABLEMENTE, como ya hemos apuntado anteriormente, sólo debemos considerar el actual estado de desarrollo de los circuitos con transistores y semiconductores como una etapa intermedia hacia una etapa final en que la llamada electrónica modular y molecular acabarán por reemplazar la actual técnica de componentes aislados.



«Método de construcción. Cables coaxiales: Empalmes» (CTNE), 1954. Esquema en el que se aprecia la sección de un cable coaxial. Este conductor contiene dos coaxiales y dos cuadretes para líneas de transmisión convencionales. Cada coaxial consta de un conductor interior que es un hilo macizo y uno exterior con forma cilíndrica. En este modelo primitivo la forma del cable se mantenía empleando discos de madera que aseguraban la separación necesaria de trece milímetros entre ambos conductores.



Empalme de un conductor con cuatro coaxiales. El trabajador está cubriendo con protector adhesivo la conexión que acaba de completar.

el origen de la electrónica moderna y, con ella, de la sociedad de la información. Su aplicación masiva se produjo en los años sesenta; en el momento de su nacimiento nadie podía imaginar que ese dispositivo diminuto iba a tener tantas aplicaciones, incluida la desaparición de las centrales electromecánicas y un cambio radical en el diseño de los edificios que las protegían.

La otra tecnología llamada a retirar los enlaces interurbanos aéreos y a eliminar los postes que jalonaban las carreteras, fue el cable coaxial. En 1927 el ingeniero de los Bell Labs, Harold S. Black, había inventado un dispositivo llamado amplificador realimentado y en 1928 el británico Charles S. Franklin describió la posibilidad de transmitir múltiples canales telefónicos de forma simultánea utilizando dos conductores concéntricos (cable coaxial).

AT&T puso en marcha su primer servicio comercial en junio de 1941, entre Stevens Point (Wisconsin) y Minneapolis. El cable coaxial fue ganando terreno a grandes pasos porque podía transmitir muchas más conversaciones simultáneas que el viejo cable de pares, así que resultaba más económico en términos de obra civil.

La nueva tecnología se incorporó a la red española con el inicio de las obras de la primera ruta de cable coaxial entre la capital y Barcelona, que duraron hasta 1957.

Desde el punto de vista de diseño de las centrales no supuso un cambio tan apreciable como las microondas porque se reutilizaron las galerías de cables ya existentes. Uno de los requisitos de estos cables es que necesitan aire presurizado para mantenerse en correcto estado. En el sótano de Gran Vía se instaló la maquinaria correspondiente.

Las nuevas tecnologías absorbieron el crecimiento de la demanda telefónica tras el fin del periodo autárquico. El millón de líneas de la CTNE se alcanzó en 1955, transcurridas tres décadas desde la concesión original; duplicarlo solo llevó siete años y a partir de mediados de los sesenta se registró un crecimiento imparable.

El cable coaxial hizo realidad la construcción de conexiones transatlánticas. Aunque en fecha tan temprana como 1921 se instaló el cable submarino entre La Habana y Florida y en 1924 la conexión entre Algeciras y Ceuta, tender cables de pares era muy caro para el número de conversaciones simultáneas que podían transmitir y solo se justificaba para distancias cortas, como el enlace Gran Canaria-Tenerife.

> Ha fondeado en este puerto, procedente de Londres, el buque cablero de nacionalidad inglesa «Dominica» [sic], que ha sido contratado por la Compañía Telefónica Nacional de España con objeto de efectuar el tendido y amarre del cable telefónico submarino que enlazará las islas de Gran Canaria y Tenerife, inaugurando con ello las comunicaciones telefónicas entre ambas islas.[3]

La combinación de la electrónica de estado sólido y la tecnología coaxial, abrió la posibilidad de transmitir miles de llamadas por un mismo cable, reduciendo de forma espectacular los costes. La primera instalación fue el *TAT-1*, entre Terranova y Escocia, en 1956.

Por motivos geográficos obvios, el edificio de Gran Vía quedó al margen de este nuevo desarrollo, pero es interesante conocer cómo fueron los primeros cables submarinos de la CTNE. El *PENCAN-I* fue la primera conexión telefónica por cable entre la Península y Canarias.

3 *La Vanguardia*, año XLVIII, n.º 20465 (25 de septiembre de 1929), p. 20.

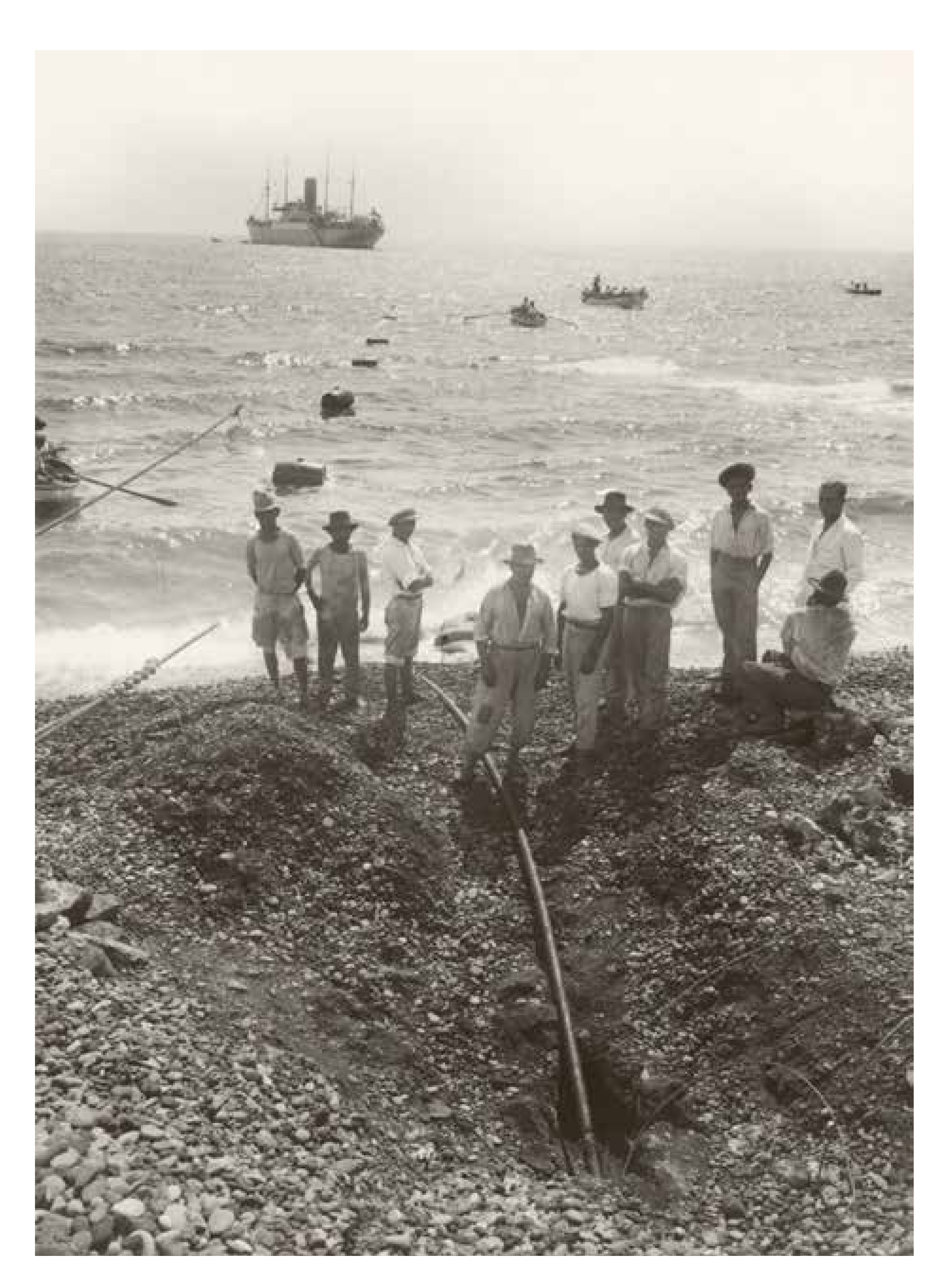
> La instalación de cables submarinos, con cuya técnica comenzó a familiarizarse CTNE en 1965, a raíz del tendido del *PENCAN I*, que enlaza la España peninsular con las Islas Canarias [...] marcó un hito por ser el cable de mayor capacidad (160 canales) tendido hasta aquellas fechas. Como dato anecdótico cabe recoger que si en 1965 el *PENCAN I* fue el primer cable de su generación, años más tarde el *PENCAN II* fue el primer cable de la nueva generación de 1.840 canales de capacidad.[4]

La conexión directa por cable submarino de la Península con los Estados Unidos se finalizó en 1970, con el cable *TAT-5*. La estación de amarre es subterránea y se encuentra en Conil de la Frontera. Se construyó siguiendo las normas de AT&T para la protección de infraestructuras críticas en caso de conflicto nuclear, un reflejo de la «guerra fría», que entonces se encontraba en su apogeo.

> Así, en 1970 se inauguró el cable *TAT-5*, que con capacidad de 720 circuitos, ampliada posteriormente a 845 extiende entre Green Hill (USA) y Conil (España). Este cable, cuya capacidad era entonces superior a la de todos los cables transatlánticos juntos, da servicio a la mayoría de los países europeos, prolongándose los circuitos a Norte y Centro Europa por las facilidades terrestres de CTNE y, mediante el cable submarino *MAT-1*, a Italia y restantes países de la Cuenca Mediterránea.[5]

4 CTNE, *Presente y futuro del servicio internacional.* Madrid: CTNE, 1976, p. 14.

5 *Ibid.*



91 **Tendido y amarre del cable telefónico submarino Tenerife-Gran Canaria, en la playa de Regla, Santa Cruz de Tenerife, 1929 (A. Benítez). Al fondo el buque cablero *S. S. Dominia*.**



Empleados de planta exterior, equipados para trabajos en altura, 1965.



7.

La Telefónica yeyé

Según el diccionario de la Real Academia Española, «yeyé» es la música juvenil que se puso de moda en los años sesenta y también la estética, costumbres y actitudes que se desarrollaron junto a ella. Telefónica vivió su propia etapa yeyé, un periodo de expansión y transformación tecnológica, entre mediados de los sesenta y la crisis del petróleo de 1973.

Este periodo dejó atrás treinta años de dificultades económicas que se arrastraban desde la guerra, tanto para España como para la CTNE, y coincide con la etapa de la historia económica del «desarrollismo». En España se abría paso la sociedad de consumo, con símbolos como el *Seat 600*, el televisor en blanco y negro o la lavadora automática. Uno de los elementos de la transformación fue la extensión del servicio telefónico.

 Auricular del teléfono modelo Heraldo.

En 1964 el único país de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que tenía menos líneas de teléfono por cada cien habitantes que España era Portugal. Esta situación se revirtió entre 1965 y 1975, la década en la que se superó el atraso histórico. Aunque las cifras aún estaban lejos de las de Estados Unidos o Suecia, se alcanzó una situación equiparable a la de Italia o Francia. El número de teléfonos creció de dos a diez millones entre 1962 y 1978, con una tasa anual sostenida en torno al diez por ciento, tres puntos por encima del crecimiento medio del producto interior bruto (PIB).

Un porcentaje tan elevado refleja dos circunstancias contradictorias, la fortísima demanda y la dificultad para atenderla. Eran tantos los hogares españoles que querían una línea que el periodo de espera llegó a alcanzar los tres años. La emigración del mundo rural a las ciudades creó nuevos barrios para los que había que planificar y construir centrales telefónicas de nueva planta. Un proyecto de este tipo requería cinco años de plazo, por lo que, a pesar de la intensa actividad constructiva, la demanda siempre iba por delante.

Uno de los elementos que contribuyó a extender el servicio y a paliar este desfase fue el teléfono público de monedas. Su uso se generalizó en los años sesenta, en zonas urbanas, en lugares de vacaciones y en espacios de tránsito como estaciones de tren o aeropuertos. En establecimientos de hostelería y centros públicos se instaló una variante, el teléfono de fichas. Las cabinas, que en la actualidad son casi una antigüedad que hay que proteger, se multiplicaron por toda la geografía. Desde los años veinte ya existían los telefónos previo pago en locales. En España el primero se instaló en Madrid, en 1928. Para verlos en la vía



Teléfono público urbano en la Ronda de Toledo, Madrid, años setenta.

pública habría que esperar hasta 1966 en Madrid, los primeros fueron de fichas, pero se sustituyeron en seguida por teléfonos de monedas.

No solo las familias pedían más teléfonos; la industria y el turismo, también en expansión, necesitaban una red moderna y bien conectada con el resto del mundo. Para financiar este crecimiento se realizaron sucesivas ampliaciones de capital. La CTNE era un caso particular de empresa telefónica en Europa. Aunque el Estado era el principal inversor después de la compra de las acciones de ITT en 1945, la sociedad siempre cotizó en Bolsa. La ampliación de capital era la solución natural para poder acometer las inversiones en la red, pero, en lugar de que el Estado suscribiera nuevas acciones a costa de impuestos o deuda, se recurrió a los pequeños inversores, en lo que se considera el primer experimento de capitalismo popular en España. Era la receta que había aplicado con éxito American Telephone & Telegraph durante décadas en un mercado muy diferente.

Telefónica realizó sucesivas ampliaciones, apoyadas en campañas publicitarias en medios de comunicación de masas. En 1967 fue protagonizada por José Luis López Vázquez. En uno de los *spots* más célebres de la historia de la publicidad española, el actor hacía una llamada surrealista desde la cocina de su casa a su esposa diciendo: «¡Matilde, ya tienes tus telefónicas!». Con ese nombre se conocen desde entonces las acciones de la compañía. Matilde Montojo era una empleada del Servicio de Información y Relaciones Sociales que se encargaba de la campaña. Al llegar a una de las reuniones recibió al actor; este le preguntó por su nombre, le gustó y dijo que sería perfecto para el anuncio.



José Luis López Vázquez, durante el rodaje del anuncio para televisión de las «Matildes», 1967.

Al año siguiente Mari Santpere fue el rostro de la publicidad de las «Matildes». En 1973 se contrató a ilustradores extraordinarios para confeccionar una colección de postales con imágenes de conversaciones por teléfono. Participaron artistas como Lorenzo Goñi, Carlos Tauler e Hipólito Hidalgo de Caviedes, que volvió a colaborar cuarenta años después con Telefónica, después de media vida en Cuba y Estados Unidos.

Desde 1965 hasta 1973 el capital social aumentó de veinte mil a ochenta y cinco mil millones de pesetas. Además de crecer, la red se modernizó con la implantación de tecnologías novedosas. Quizá la más importante fue la instalación de equipos de conmutación electromecánica de «barras cruzadas». A partir de 1962, se desplegaron en las nuevas centrales, en lugar de los equipos *Rotary* que ya habían quedado anticuados. Tenían la ventaja de ocupar mucho menos volumen por cada abonado y eran más sencillos de mantener. Telefónica instaló casi siete millones de líneas de los modelos *Pentaconta-1000* (Standard Eléctrica)[1] y

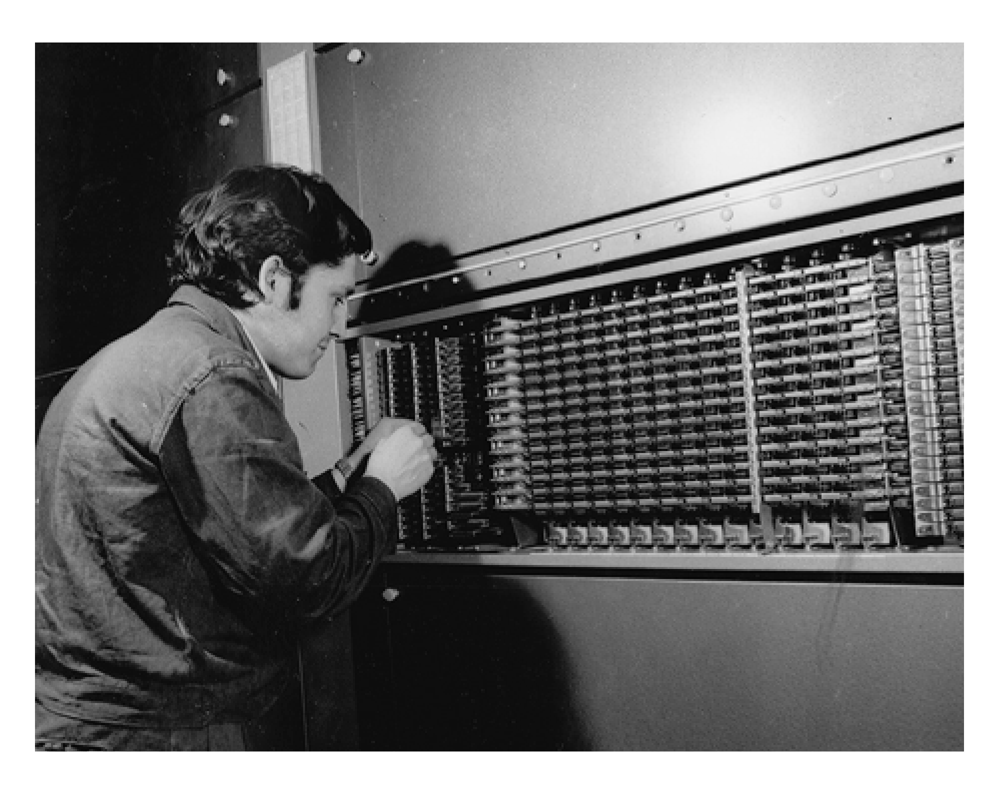
1 Sobre la historia de Standard Eléctrica véase Ángel Calvo, *Telecomunicaciones y el nuevo mundo digital en España: La aportación de Standard Eléctrica*. Madrid, Barcelona: Fundación Telefónica, Ariel, 2014.

Postal realizada con motivo de la ampliación de capital de Telefónica, 1973 (Hipólito Hidalgo de Caviedes).



Postal realizada con motivo de la ampliación de capital de Telefónica, 1973 (Carlos Tauler).





Mecánico trabajando en un equipo *Pentaconta-1000*.

ARF (Intelsa)[2]. Las más longevas estuvieron en servicio hasta diciembre de 2012.

Esta renovación fue la base que permitió afrontar un plan muy ambicioso, la automatización completa de la red, para eliminar la intervención de las telefonistas en las llamadas nacionales. Fue un proceso largo que comenzó durante este periodo.

La generalización del uso de los ordenadores en la empresa, permitió informatizar dos de los servicios más utilizados, el «003» de información y el «002» de atención de averías. En este segundo, que se atendía desde Gran Vía desde 1928, se eliminaron los boletines de papel que servían para seguir el curso de la reclamación. Las operadoras podían consultar los datos y transferir las órdenes de trabajo a los técnicos usando terminales remotos de un equipo IBM. En el lenguaje del momento, estas pantallas se llamaban «de circuito cerrado».

> Hasta enero de 1971, todas las llamadas de averías de Madrid se recibían en una de las plantas de la central de Gran Vía y allí había que trabajar sobre la marcha por sistemas manuales [...] hasta que el ingenio y la electrónica se unieron, consiguiendo el moderno sistema que se controla automáticamente. [...] El ordenador, instantáneamente también, analiza a qué cable y a qué bastidor pertenece la avería, si es que se trata de ello. Entonces envía a su vez estos datos a la central de donde depende el teléfono en cuestión y esta comienza inmediatamente a ponerse en acción. Si la avería puede arreglarse desde allí mismo, en gran número de ocasiones se subsana en brevísimo espacio de tiempo. Si hay que acudir al domicilio del abonado, se pasa llamada al equipo de celadores que vigila la zona.[3]

El número de información de las compañías telefónicas de todo el mundo recibía consultas que no tenían mucho que ver con su función original. Aprovechando la infraestructura tan compleja que requería mantener este servicio, la CTNE introdujo un número especial de información y despertador, el «098». El cliente podía consultar las cotizaciones de la Bolsa, información meteorológica o deportiva o los números premiados en la lotería. Internet estaba aún a muchos años de distancia.

> Estas [telefonistas], aparte de su formidable preparación cultural, hacen todo lo posible para que ninguna pregunta se quede sin la respuesta más adecuada. Hay personas que preguntan ciertas recetas de cocina, la confección a punto de un jersey, clases de ganchillo y, lo que es más sorprendente, sobre ciertas cuestiones de geografía, matemáticas, historia, etc. Estas últimas preguntas suelen hacerlas, en general, los niños, cuando se encuentran estudiando y no comprenden algunas cuestiones.[4]

2 Intelsa fue la sociedad mixta formada por CTNE (49%) y Ericsson (51%) para construir una fábrica de equipos en Leganés. Con su entrada en operación terminó la dependencia tecnológica de ITT. Véase Antonio Cordón Portillo *et al.*, *Ericcson en España: Una historia de éxito, valores y personas*. Barcelona: Planeta, 2015.

3 «El nuevo 002», *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 78 (septiembre de 1973).

4 «El 098, uno de los servicios más eficaces de la Compañía», *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 54 (septiembre de 1971).



99 Operadoras del servicio de atención de averías en Gran Vía, trabajando con terminales IBM 2260.

TELEFONO GONDOLA

Aparato telefónico de uso generalizado, cuyas características principales son:
- El disco de marcar está incorporado en el propio microteléfono.
- El disco se ilumina al descolgar.
- Puede obtenerse nuevamente tono, sin necesidad de colgar, mediante la pulsación de un botón sin resalte situado en el microteléfono.

Se ofrece la versión mural o sobremesa y en ambos casos con o sin disco.

Número que corresponde al abonado.

Alta fidelidad acústica.

Disco con iluminación incorporada para poder marcar sin luz ambiente.

Botón para obtener, sin colgar, nuevo tono de línea.

Gancho conmutador.

Soporte del aparato.

Cordón extensible hasta dos metros aproximadamente.

VARIEDAD DE COLORES



Esquema del teléfono modelo Góndola (CTNE), *Hojas informativas*, 1973.

Anuncio del teléfono modelo Góndola para cuartos de baño (CTNE), *Hojas informativas*, 1973.



Folleto publicitario del *Hilo musical*. COSESA (Comercial de Servicios Electrónicos S. A.) era la compañía filial de Telefónica que comercializaba el servicio.

El despertador telefónico tuvo también sus adeptos. El cliente llamaba al citado «098» e indicaba a qué hora se le debía despertar. Una telefonista se encargaba de hacer sonar el teléfono de su casa en el instante solicitado.

> Entre las seis y siete de la mañana, las señoritas despiertan a 1.268 personas; entre las siete y las ocho, a 2.029. Como puede observarse, el servicio de despertador exige una atención especial en determinadas horas, tiempo en el que el número de señoritas es incrementado para atender con rapidez y eficacia a las llamadas, comprobarlas después y llamar al abonado a la hora indicada.[5]

¿Y cómo saber cuál era la hora exacta? Marcando el número «093», en el que una locución permitía «poner en hora» los relojes de pulsera de cuerda.

No todos los cambios llegaron de la tecnología más avanzada. Para los usuarios domésticos, el teléfono supletorio era un objeto de deseo y un símbolo de estatus social. La publicidad de la CTNE sobre terminales supletorios fue abundante en esos años. Se introdujeron nuevos modelos de aparato, de diseño mucho más moderno y decorativo que se instalaban en la pared de la cocina o se adecuaban a la gama de colores del dormitorio. Los más populares fueron «Heraldo» y «Góndola», fabricados por CITESA en Málaga. Esta compañía estaba participada por la CTNE y era el proveedor casi único de terminales en esos años.

En los hogares de más poder adquisitivo y en algunos despachos profesionales se introdujo otro producto de la CTNE: El Hilo musical nació en 1971 y difundía originalmente seis canales de música. Utilizaba la línea telefónica del cliente y había distintos terminales, que recibían y reproducían estilos musicales variados con una gran calidad de sonido. Fue el *Spotify* de unos años musicalmente espléndidos. Los que vivieron esa época seguramente lo asociarán a las salas de espera del dentista, donde la ansiedad se reducía con el canal de música ambiental. Ahí reinaban Ray Conniff y Paul Mauriat con versiones *chill out* de boleros, baladas y grandes éxitos melódicos. Para para los más osados había una canal de música «moderna».

Uno de los hitos de la década de los sesenta fue la llegada del hombre a la Luna. La sala de control de vuelos espaciales de Houston era la imagen del

5 *Ibid.*



Estación Terrena de Comunicaciones por Satélite, Buitrago de Lozoya, Comunidad de Madrid.

progreso tecnológico ilimitado. La CTNE fue parte del inmenso despliegue tecnológico del programa *Apollo*, con las nuevas estaciones de comunicación por satélite de Maspalomas (Gran Canaria) y Buitrago (Madrid). En virtud de un contrato firmado con la NASA en 1967, la Compañía proporcionó soporte para la transmisión de los datos y vídeo que se recibían desde las misiones espaciales en las estaciones de seguimiento del INTA y la NASA en Fresnedillas y Robledo hasta Estados Unidos, usando satélites INTELSAT.

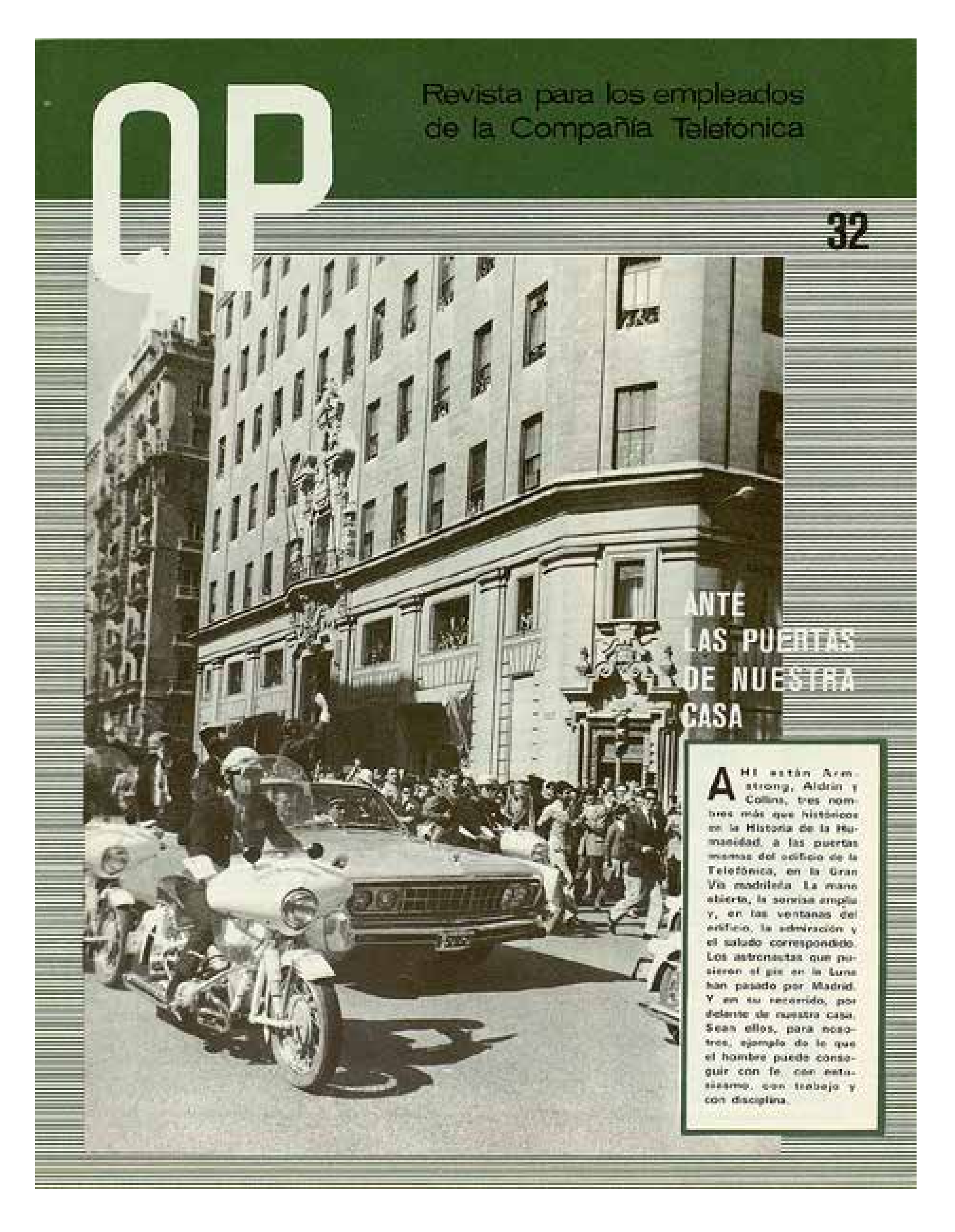
La central de comunicaciones por satélite de Buitrago es un edificio prodigioso de la historia de la

arquitectura española, proyectado por Julio Cano Lasso y Juan Antonio Ridruejo. Las enormes antenas parabólicas y una sala de operaciones que recordaba a la de Houston asociaron Telefónica al imaginario espacial. En un plano más terrenal, los satélites geoestacionarios permitieron la comunicación telefónica directa con cualquier punto del planeta, con una calidad excelente.

Como reconocimiento a la colaboración de Telefónica, Frank F. Borman, comandante de la misión *Apollo VIII*, la primera que orbitó la Luna en diciembre de 1968, visitó la central de Buitrago en febrero de 1969. Unos meses después, la tripulación del *Apollo XI* al completo, recorrió en triunfo la Gran Vía y el rascacielos fue testigo de ese momento.

La estética de los sesenta está presente en todo el material que se conserva en los archivos de Telefónica, desde las portadas de los informes anuales a los pósteres de prevención de riesgos laborales y los uniformes de las operadoras.

Además de los avances tecnológicos y de las ampliaciones de capital, hubo un tercer elemento sin el que todo el progreso de la época yeyé habría resultado imposible, el esfuerzo de multitud de empleados anónimos. Esos hombres y mujeres que aparecen en el abundante testimonio gráfico fueron los protagonistas de una etapa que transformó por completo la Compañía.



Portada de *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 32 (noviembre de 1969). Los astronautas del *Apollo XI*, en su recorrido por la Gran Vía de Madrid, pasan por delante del edificio de Telefónica.



Equipo *AXE*, detalle. Central de Madrid Atocha. CTNE, «Memoria 1980».

8.

Digitalización

Vivimos en un mundo digital, un adjetivo que puede aplicarse a casi todo: periodismo digital, gobierno digital, educación digital... En contra de lo que se pueda pensar, su uso tiene una historia dilatada. Digital procede del latín *digitus*, es decir, dedo. Alude a la manera de contar y hacer operaciones aritméticas con esa calculadora con la que la naturaleza nos dotó, lo que explica que usemos un sistema de numeración decimal. Por eso, según el diccionario de la Real Academia Española, un dígito es aquel «número que puede expresarse con un solo guarismo, y que en la numeración decimal es alguno de los comprendidos entre el cero y el nueve, ambos inclusive».

Su aparición en el campo de la tecnología se remonta a los años cuarenta del siglo xx. En 1937 los ingenieros Alec H. Reeves y Edmond M. Deloraine, de los

laboratorios de ITT en Francia, inventaron un método para convertir las señales eléctricas telefónicas en secuencias de números y lo patentaron. Este sistema se conoce como «Modulación por impulsos codificados»[1].

Por esa misma época, George R. Stibitz, trabajaba en los Laboratorios Bell en la construcción de una calculadora electromecánica. En 1942 propuso llamar «digitales» a los circuitos eléctricos que, como su calculadora, trabajaban con números, en lugar de con señales «analógicas» como es la voz.

En 1948 Claude E. Shannon publicó su trascendental trabajo «Una teoría matemática de la comunicación». Allí se encuentra por primera vez la palabra «bit», contracción de «*binary digit*», cuya creación atribuye Shannon a otro grande de las tecnologías de la información y compañero suyo en los Bell Labs, John W. Tukey.

La distinción entre analógico y digital ha sido muy clara desde entonces y la telefonía fue la principal impulsora del desarrollo de la electrónica digital.

Todo empieza con la digitalización de la voz. La señal eléctrica que produce el micrófono oscila de una manera análoga a la variación de la presión acústica del sonido. Esta señal se muestrea con un circuito que, de forma automática, mide su voltaje y guarda ese valor en un número que ocupa ocho bits. La operación se lleva a cabo ocho mil veces por segundo. Con esto, se convierte a una señal eléctrica en ocho mil números por segundo y, como cada número ocupa ocho bits, eso arroja la cifra de sesenta y cuatro kilobits por segundo.

Para volver a convertir la secuencia de números en una señal audible, se sigue el procedimiento inverso. Cada número se transforma en el voltaje correspondiente que se aplica al altavoz. Este produce un sonido indistinguible de la señal original:

> El oído humano se comporta con estas señales del mismo modo que el ojo ante las imágenes de cine o televisión, al percibir un movimiento continuo cuando sólo existe una sucesión de fotografías.[2]

Las ventajas de la digitalización son notables. La señal no se degrada por interferencias electromagnéticas,



Bastidor del sistema *MIC* con tecnología por multiplexación por división en el tiempo (MDT), Telettra, 1975.

1 Edmond Maurice. Deloraine y Alec Harley Reeves, patente US2262838 (EE.UU.), «*Electric signaling system*», 1941.

2 P. Pastor, «Nueva tecnología de transmisión basada en modulación por impulsos codificados», *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 56 (noviembre de 1971), p. 6.

los repetidores solo tienen que recomponer la secuencia de números que reciben y la vuelven a enviar en el mismo orden. Además, al trabajar con números, la voz digitalizada se puede manejar con ordenadores de una forma muy natural. Por ejemplo, se toman las muestras de treinta conversaciones y se envían por un enlace a una velocidad superior, dos megabits por segundo, como había propuesto Reeves. Aumentando la velocidad del canal de transmisión resulta posible enviar muchas conversaciones de forma simultánea. En 1972 se instalaron los primeros enlaces de veinticuatro canales:

> Entraron en servicio en 1972 dos nuevos tipos de sistemas por cable, cada uno de ellos de 24 circuitos. Uno de estos tipos posee técnica convencional, pero duplica la capacidad de los que se han venido utilizando y el otro con la nueva técnica conocida por «modulación por impulsos codificados» (MIC), ya probada con éxito en otros países.[3]

Los equipos de transmisión fueron los primeros en digitalizarse, pero la técnica ofrecía una solución teórica para construir centrales de conmutación «numéricas» que empezó a explorarse en los años sesenta. Desde la invención de Graham Bell lo que se hacía era conectar eléctricamente a los dos clientes que querían hablar. Así ocurría en la conmutación manual, en las distintas generaciones de centrales automáticas electromecánicas, e incluso en las pocas semielectrónicas controladas por ordenador, que Telefónica instaló a finales de los años setenta (*Metaconta*[4] de Standard y *ARE*[5] de Intelsa). El micrófono de cada extremo de la conversación transforma el sonido en señal analógica y el altavoz convierte esta



Central automática con equipos *AXE*, de tecnología digital.

3 CTNE, «Memoria 1972», p. 19.

4 H. Nordsieck, «El sistema de conmutación Metaconta», *Comunicaciones Eléctricas*, vol. 46, n.º 4 (1971), pp. 233-235.

5 Antonio Cordón Portillo *et al.*, *Ericcson en España: Una historia de éxito, valores y personas*. Barcelona: Planeta, 2015, p. 82.

"JUBILADA" LA VIEJA CENTRAL ROTARY DE GRAN VIA

Estaba funcionando desde 1929

LA sede de **Telefónica** fue desde los primeros tiempos —y aún lo sigue siendo— un edificio singular. Su atrevida esbeltez llamaba la atención desde el corazón de Madrid. Era el 14 de julio de 1929 —fecha histórica— cuando entraba en funcionamiento la Central de Gran Vía, al quedar inaugurada tras una sencilla ceremonia que sólo reunió a un grupo de técnicos y trabajadores de la Compañía. La Central puso en marcha los equipos Rotary, que han dado servicio —espléndido servicio— hasta hoy. Primero se instalaron 10.000 líneas del denominado sistema de conmutación automática 7 A1.

Después —8.000 nuevas líneas en el año 1933 y otras 2.000 en 1935— fue ampliado este sistema de conmutación en las unidades I y II a 20.000 líneas, cuya numeración va del 221 00 00 al 222 99 99.

LA Central de Gran Vía era la quinta instalación de este tipo. Desde diciembre de 1926 estaban funcionando las Centrales de Jordán, Hermosilla y Fuencarral y desde 1928 lo hacía la de Delicias. Las Centrales de Jordán, Hermosilla y Fuencarral fueron las que permitieron establecer comunicaciones automáticas por primera vez a los abonados al servicio telefónico manual del Madrid de aquella época.

La Central de Fuencarral concluyó su efímera vida de servicio al instalarse el equipo de Gran Vía, Central a la que se transfirió todo el abono conectado a aquélla. Esta operación estaba así prevista y para ello hubo que construir un edificio provisional en parte del mismo solar que ocupa hoy el actual edificio de Gran Vía.

Ciertamente, el equipo inicial ha sufrido muchas transformaciones desde aquella época como, por ejemplo, la necesidad de intercalar nuevas etapas de selección en los sucesivos cambios de la numeración telefónica en Madrid —de cinco cifras en sus comienzos a las siete actuales—, o las necesarias ampliaciones de enlaces que la unen con el resto de centrales de Madrid. Piénsese, al respecto, que en el año 1930 apenas llegaban a 40.000 las líneas instaladas en Madrid, frente a los cerca de dos millones que existen en la actualidad. Está claro que esta instalación ha cubierto un dilatado periodo de existencia y de servicio. Y nadie dudará de su vinculación al desarrollo histórico del servicio telefónico en España.

Ya es historia

La Dirección de Madrid, con la colaboración de los Departamentos correspondientes —Planificación Tecnológica, en su etapa previa de calificación técnica; y Planta Interior de Conmutación, como organización central competente en esta materia y principalmente en las etapas de implantación de nuevas tecnologías— y los suministradores —Standard Eléctrica—, responsable de esta nueva instalación, han permitido una despedida entrañable: decir adiós a la vieja Central Rotary de Gran Vía.

• Entra en servicio la nueva tecnología electrónica.

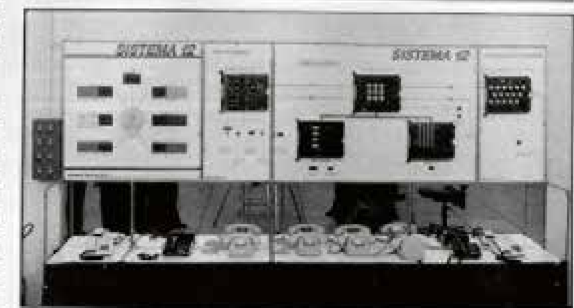


Diagrama demostrativo del Sistema 1240

A finales del reciente mes de enero han sido sustituidas las primeras 20.000 nas en tres turnos. Ahora, con el Sistema 1240, sólo son necesarias 7 personas para cubrir todo el servicio y con capacidad, además, para atender 40.000 líneas en lugar de las 20.000 de la veterana

¡Lo que va de ayer a hoy...! Como nota curiosa, señalamos brevemente las características diferenciadas de los equipos 7 A1 —del pasado— y 1240 —del presente.

AYER: 7 A1.
Sistema de Conmutación Automática Electromecánica

— Está compuesto por multitud de electros, cuyos desplazamientos dentro de un campo de contactos están propiciados por engranajes ubicados en ejes verticales a los que un motor de corriente continua transmite un giro permanente.

Motores y ejes están permanentemente girando, aunque no haya tráfico, esperando a que éste se produzca para llevar a un electro a la posición de conmutación requerida.

— Las selecciones son progresivas. Es decir, los dígitos marcados por los abonados —aunque no directamente desde el teléfono—, proporcionan los sucesivos avances y posicionamientos

HOY: 1240.
Sistema de Conmutación Digital

— No tiene elementos móviles.
— Está constituido por componentes electrónicos de alto nivel de integración.
— Su inteligencia es del tipo SPC —Control por programa almacenado— y de tipo distribuido.

Es decir, existe un cierto número de pequeños procesadores (en Gran Vía, cerca de 600) trabajando en multiproceso y se organizan en tres niveles jerárquicos. El nivel más elemental es el único no redundante, si bien una incidencia en cualquiera de ellos tiene una repercusión mínima.

— Toda la información de que se transmite a través de la central, ya sean órdenes internas, datos estadísticos o voz, es de tipo digital.

Esto significa, por ejemplo, que la voz se transforma en su interior en combinaciones de 0 y 1. Si la llamada es local hay dos transformaciones, a la entrada y a la salida.

En llamadas entrantes o salientes, una de estas transformaciones se realiza en otra central.

— Hay absoluta flexibilidad en la asignación de número o posición en equipo, con el número de directorio.

Esto permite una gran versatilidad para ubicar a los abonados convenientemente según la tasa de tráfico que requieren e igualmente repartir por toda la central, y sin limitación, las líneas de salto de una centralita.

— Permite diversas facilidades de usuario, unas que gobierna la administración telefónica (a petición del titular) y otras que facultan su activación al propio titular en el momento que lo desea y desde su teléfono.

Más ventajas

El diseño del sistema 1240 ofrece a los abonados una amplia gama de servicios telefónicos suplementarios —además de los que por su modularidad y futura integración en una RDSI podrá soportar—, entre los que se encuentran:

— Línea directa sin marcación

Noticia de la sustitución del equipo *Rotary* de Gran Vía por una central digital 1240. «"Jubilada" la vieja central Rotary de Gran Vía», *Hilo Directo*, n.º 1 (febrero de 1987).

Pruebas de homologación del equipo *1240*, en *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica* (noviembre de 1986).







última en sonido al llegar a su destino, como se ha explicado. Ahora bien, si la voz se digitalizase nada más llegar a la central del cliente que llama, un ordenador podría encargarse de seleccionar la ruta adecuada. La señal se enviaría en forma numérica a la central del llamado sin pérdida de calidad, por muy lejos que estuviese, y allí se reconstruiría justo antes de enviarla por el par de abonado hasta su casa.

La posibilidad teórica no significaba que fuese fácil llevarla a la práctica. En primer lugar, es necesario disponer de conversores analógico/digitales para todas las líneas y la electrónica no había alcanzado el grado necesario de madurez. Además, los ordenadores eran aun voluminosos y caros.

La situación cambió en los setenta con la aparición de los microprocesadores[6], que son como ordenadores miniaturizados de muy bajo coste comparados con sus predecesores. Los circuitos integrados, por su parte, permitían reducir el tamaño de los equipos y la teoría empezó a transformarse en realidad.

6 El primer microprocesador fue diseñado por Intel y lanzado al mercado en 1971. Se llamaba *4004*, tenía una arquitectura de cuatro bits. Robert Noyce y Marcian Hoff, «*A History of Microprocessor Development at Intel*», *Journal IEEE Micro*, vol. 1, n.º 1 (enero de 1981), pp. 8-21.

Imagen del folleto informativo IBERCOM, marzo de 1990. En primer plano, consola de control de la centralita MD-110, en la que se basaba el servicio. Al fondo, bastidores del equipo, que en su aplicación real se encontraban en las instalaciones del cliente.



> Una de las principales ventajas de la telefonía digital es que los conmutadores utilizados para encauzar las llamadas no necesitan tener ninguna parte móvil. La conmutación está controlada por ordenador y las secuencias del proceso según el programa almacenado. [...] Ahora se ha comprendido que los microprocesadores se pueden repartir en abundancia a través del sistema sin grandes costes. Probablemente, dentro de pocos años, el receptor telefónico normal y su equipo asociado contendrán un sencillo microprocesador.[7]

Los principales fabricantes de equipos invirtieron grandes esfuerzos y recursos financieros en el desarrollo de estos equipos de conmutación digital. Eran proyectos muy grandes con miles de ingenieros y técnicos trabajando en el diseño de la electrónica y el *software* de control. Por esta complejidad, experimentaron dificultades técnicas y retrasos hasta alcanzar el nivel necesario de fiabilidad para poder reemplazar a las vetustas pero infalibles centrales diseñadas a principios del siglo XX.

Telefónica escogió para esta transformación los modelos digitales de sus proveedores tecnológicos en aquella etapa, el sistema *1240* de Standard Eléctrica y el *AXE* de Intelsa. El primero estaba llamado a sustituir los equipos *Rotary* de Gran Vía. Era un diseño norteamericano en origen. En 1978 Telefónica envió un equipo de ingenieros del Centro de Investigación y Estudios a los laboratorios de ITT en Shelton (Connecticut) para colaborar en el desarrollo y asegurar que el equipo cumplía con los requisitos necesarios para su instalación en la red española.

El primer equipo *AXE* se instaló en Madrid «Atocha» a finales de 1980[8].

> De las innovaciones producidas en 1980, destaca especialmente la introducción de los sistemas de conmutación electrónica, que se caracterizan principalmente por el empleo de medios informáticos para su control, como son los ordenadores, miniordenadores y microprocesadores, y por la utilización de las técnicas de transmisión digital en sus elementos de conmutación. [...] Esta innovación representa el inicio de una nueva era de las telecomunicaciones, en cuanto a la prestación al abonado de nuevas facilidades y servicios telefónicos, tales como la tarificación detallada, indicación de llamada en espera, conferencia múltiple y otros.[9]

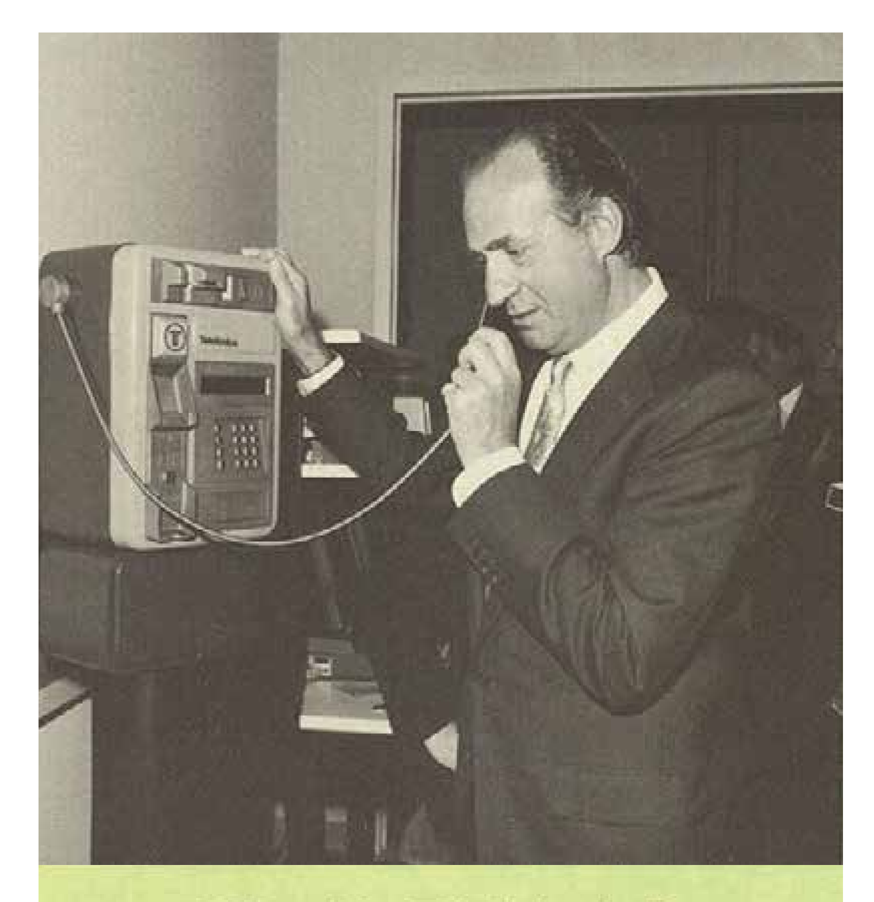
Como indicaba la memoria de accionistas, las centrales de conmutación digital abrieron la posibilidad

7 «Centrales digitales. Un salto hacia el futuro", *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 167 (febrero de 1981), p. 5.

8 Antonio Cordón Portillo *et al.*, *Ericcson en España: Una historia de éxito, valores y personas*. Barcelona: Planeta, 2015, p. 96.

9 CTNE, «Memoria 1980», p. 13.

S. M. Juan Carlos I prueba el Teléfono Público Modular durante su visita a Telefónica I+D el 27 de marzo de 1990, *Noticias Telefónicas*, n.º 6 (abril de 1990).



El Rey visitó Telefónica I + D

El Rey Juan Carlos visitó el pasado 27 de marzo las instalaciones de Telefónica Investigación y Desarrollo en Madrid, acompañado del ministro de Transportes, Turismo y Comunicaciones, José Barrionuevo y del presidente de Telefónica, Cándido Velázquez-Gaztelu. Además de probar el nuevo teléfono público modular, que se pondrá en funcionamiento a finales de año en Madrid, Barcelona y Valencia, el Rey dedicó especial atención al departamento que desarrolla la segunda generación de transmisión de datos por conmutación de paquetes, Tesys B, tecnología en la que España es pionera a escala mundial.

El tratamiento de imagen para los servicios integrados de banda ancha y los de televisión de alta definición, el tratamiento de voz para ordenador y el desarrollo de las futuras redes de banda ancha, fueron algunos aspectos destacados durante la visita del Rey a los laboratorios del mayor centro de investigación de nuestro país.

de desplegar servicios que resultaba imposible proporcionar con sus antecesoras electromecánicas.

Las primeras líneas de abonado del sistema ITT *1240* se pusieron en explotación comercial en la central Salamanca «Concejo» a finales de 1984[10]. Los equipos *Rotary* de Gran Vía fueron sustituidos en 1987 por el sistema *1240* después de seis décadas de servicio.

Aunque la automatización de la telefonía rural había comenzado con equipos electromecánicos del modelo de Standard Eléctrica *PC-32*, de diseño español, la tecnología de conmutación digital permitió extender el servicio con mayor rapidez, puesto que se podían instalar pequeños conmutadores controlados desde la central digital madre. De esta forma, desde un centro comarcal podían atenderse varias poblaciones de forma más económica. Solamente se instalaba el concentrador de líneas en lo que se conoce como edificio normalizado, una minicentral.

> Con el propósito de mejorar el aprovechamiento de los medios convencionales existentes en la Planta Exterior de Cables, han sido instalados los primeros concentradores de líneas de abonado de nueva tecnología, facilitando con ello la difusión del servicio telefónico a los abonados dispersos y en especial a las áreas rurales.[11]

En el reparto de responsabilidades entre los distintos centros de ITT en el mundo, la filial española Standard Eléctrica fue también la protagonista del desarrollo de los módulos de telefonía rural digital[12].

Para las áreas de población dispersa como Galicia, el Centro de Investigación y Estudios (CIE) de Telefónica desarrolló una solución basada en radio.

10 CTNE, «Memoria 1984», p. 33.

11 CTNE, «Memoria 1981», p. 28.

12 «Standard Eléctrica, primera industria de telecomunicación y electrónica», *ABC*, n.º 23873, (30 de septiembre de 1982), p. 134.

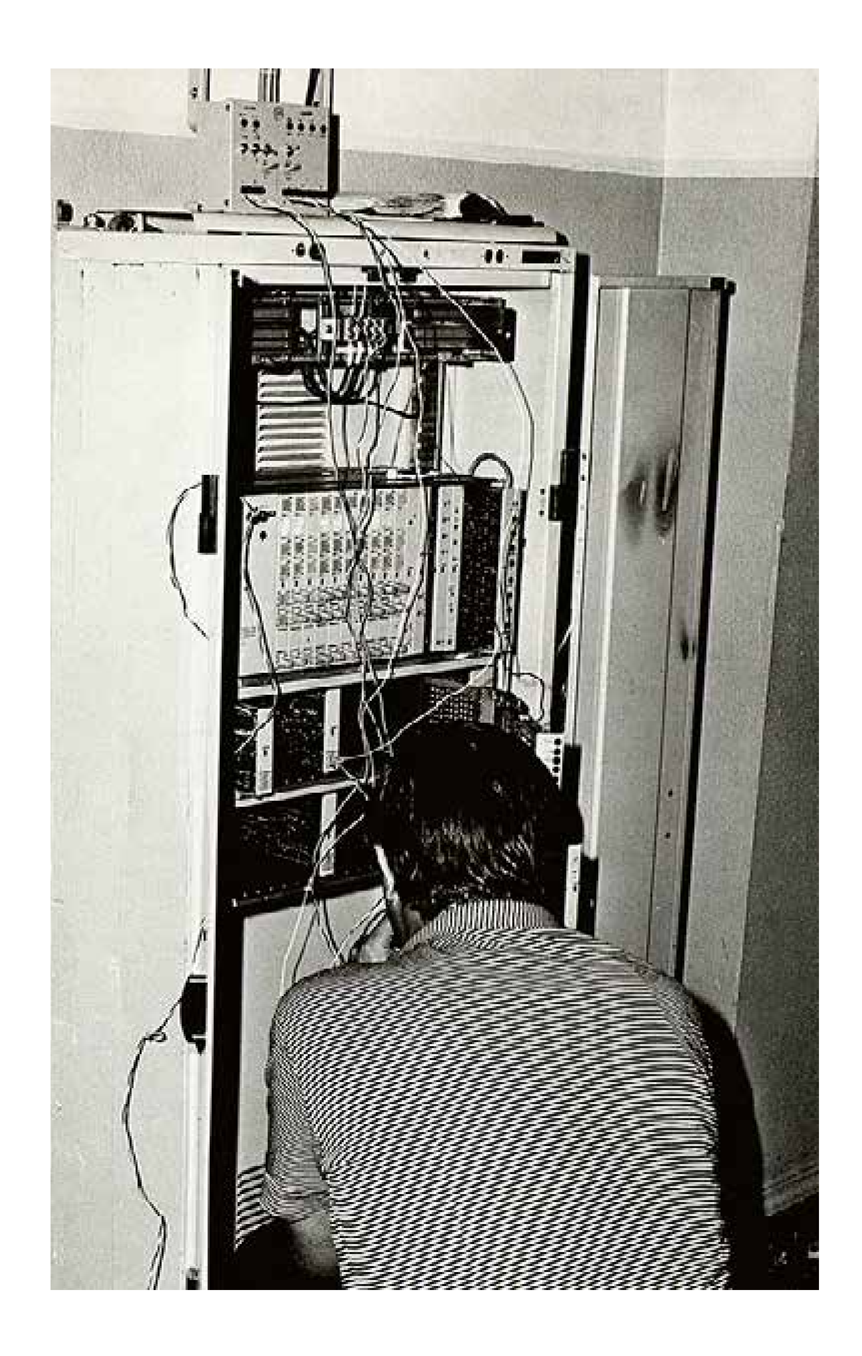
Este servicio llamado MAR (MultiAcceso Rural)[13] hizo que el teléfono automático pudiese llegar por fin a cualquier hogar en los años ochenta.

La digitalización abrió también el mercado de redes privadas de empresa con el servicio IBERCOM, construido con tecnología de Ericsson. Este producto combinaba las posibilidades de la telefonía digital como la multiconferencia o la transferencia de llamadas, con la marcación abreviada para las extensiones de cada compañía, la transmisión de datos y la tarificación detallada, mucho antes de que estuviese disponible para los abonados domésticos. Tuvo una buena acogida porque integraba todas las comunicaciones de las grandes compañías, permitió eliminar el personal de operación de las antiguas centralitas y evolucionó para incluir la telefonía móvil.

Los nuevos teléfonos de uso público, equipados con microprocesador, incorporaron funciones como mostrar el saldo disponible en una pequeña pantalla LED o el pago con tarjeta de crédito. El modelo más avanzado, de finales de los años ochenta, el Teléfono Público Modular, podía utilizarse con tarjetas prepago equipadas con un circuito de la misma tecnología que las SIM de los teléfonos móviles.

Todas estas transformaciones tecnológicas se beneficiaron de la reducción de costes y tamaño de los microprocesadores, un fenómeno conocido como ley de Moore. La potencia de estos componentes no ha cesado de crecer desde su nacimiento a principios de la década de los setenta.

En paralelo, se estaba desarrollando otro avance de naturaleza revolucionaria, esta vez al confluir innovaciones de la ciencia de los materiales y de la óptica. El equipo de Alec Reeves, el inventor de la modulación por impulsos codificados, trabajaba ya



Instalación del equipo terminal del primer sistema de fibra óptica en 1980, CTNE, «Primer Sistema de Comunicación por Cable de Fibra Óptica en España», julio de 1980

13 José Luis Adanero Palomo y Juan Romeo Zabaleta, «La telefonía móvil celular en áreas rurales», en Emilio Lera Saldo *et al.*, *Telecomunicaciones móviles*. Barcelona: Marcombo, 1998.

a principios de los sesenta con la hipótesis de poder usar el vidrio como material de transmisión, utilizando la luz como señal. Charles K. Kao, un joven científico natural de Hong Kong, se unió al grupo y en 1965 publicó un primer trabajo sobre la posibilidad de usar luz láser guiada por una fibra de vidrio para construir enlaces ópticos. El problema era que los materiales del momento tenían una atenuación enorme y la señal se degradaba en pocos metros. El equipo de Kao, primero en solitario y luego en colaboración con los Laboratorios Bell de Estados Unidos, trabajó para conseguir vidrio ultra transparente hasta que, en 1969, lograron la primera fibra óptica práctica para la transmisión de señales digitales. Kao predijo que la fibra sustituiría al cable en las transmisiones submarinas, como así sucedió a partir de los años ochenta, pero posiblemente nunca pensó en esos primeros años que la fibra acabaría sustituyendo al cobre en el acceso de nuestros hogares, como ocurre hoy. Como reconocimiento a sus trabajos, recibió el Premio Nobel de Física en 2009.

Telefónica instaló el primer cable de fibra óptica en 1980[14], entre los laboratorios del CIE en la calle Lérida de Madrid y la central de Tetuán. Este enlace permitía la transmisión de treinta canales digitales de voz y fue el comienzo de una etapa experimental, antes del despliegue en la red en 1984.

> Antes de su implantación en España el cable de fibra óptica ha sido utilizado por muy pocos países, únicamente Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, que nosotros sepamos. [...] A ellas se une ahora, como ya dijimos, la compañía Telefónica, continuando su tradicional labor de mejorar cada vez más sus servicios y

Portada de *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 229 (abril de 1986).



14 CTNE, «Primer Sistema de Comunicación por Cable de Fibra Óptica en España», julio de 1980, Archivo documental de Telefónica.

empeñada en poner a disposición del usuario español los últimos adelantos de las telecomunicaciones.[15]

Los primeros equipos comerciales de fibra ofrecían grandes ventajas con respecto al cable coaxial que se usaba para transmisión, como la inmunidad a las interferencias electromagnéticas y la mayor distancia entre equipos repetidores.

Tal y como había vislumbrado Kao, la fibra era candidata a sustituir al cobre en los cables submarinos, por todas las ventajas que ofrece: capacidad, ligereza y velocidad de transmisión. El OPTICAN-I se tendió en octubre de 1985 entre Gran Canaria y Tenerife y fue el primer cable óptico submarino con repetidores en aguas profundas[16]. Fue una iniciativa conjunta con AT&T que usó la experiencia de Canarias para probar nuevos equipos para el primer cable óptico América-Europa, el *TAT-8*, instalado en 1988. Desde entonces la red de cables submarinos de fibra óptica no ha hecho más que crecer porque es el soporte físico para la transmisión de datos a larga distancia sobre la que funciona Internet.

Otro avance importante fue la aparición de sistemas de transmisión que aprovechan las altas velocidades de la fibra, como la llamada Jerarquía Digital Síncrona. El proyecto piloto se instaló para comunicar Madrid, Barcelona y Sevilla con motivo de los Juegos Olímpicos y la Exposición Universal de 1992.

Desde entonces toda la red de transmisión de Telefónica evolucionó de manera acelerada, de modo que se sustituyeron todos los cables coaxiales por fibra. A principios del siglo XXI, la presencia del cobre era ya residual en las rutas principales.

La última frontera para la fibra ha sido el acceso, el tramo desde la central hasta casa del abonado, conocido por sus siglas en inglés FTTH (*Fiber To The home*). Ya en 1991, se instalaron dos redes piloto en Sant Cugat del Vallés con setenta y seis usuarios y en Tres Cantos, con noventa y seis[17]. En aquel momento no había aplicaciones ni servicios que pudiesen aprovechar toda la velocidad de transmisión del medio, esta tecnología era demasiado avanzada y tuvo que esperar a que se dieran las condiciones para su auge comercial. La aparición del ADSL prolongó la vida útil del cobre dos décadas, pero la fibra ha llegado en la segunda década del siglo XXI a los hogares para quedarse.

Ha transcurrido medio siglo desde los trabajos iniciales de Charles Kao, cuando nadie podía imaginar que el vidrio acabaría desterrando al metal como soporte de las comunicaciones. Hoy ya no podemos concebir nuestra vida cotidiana sin la fibra óptica.

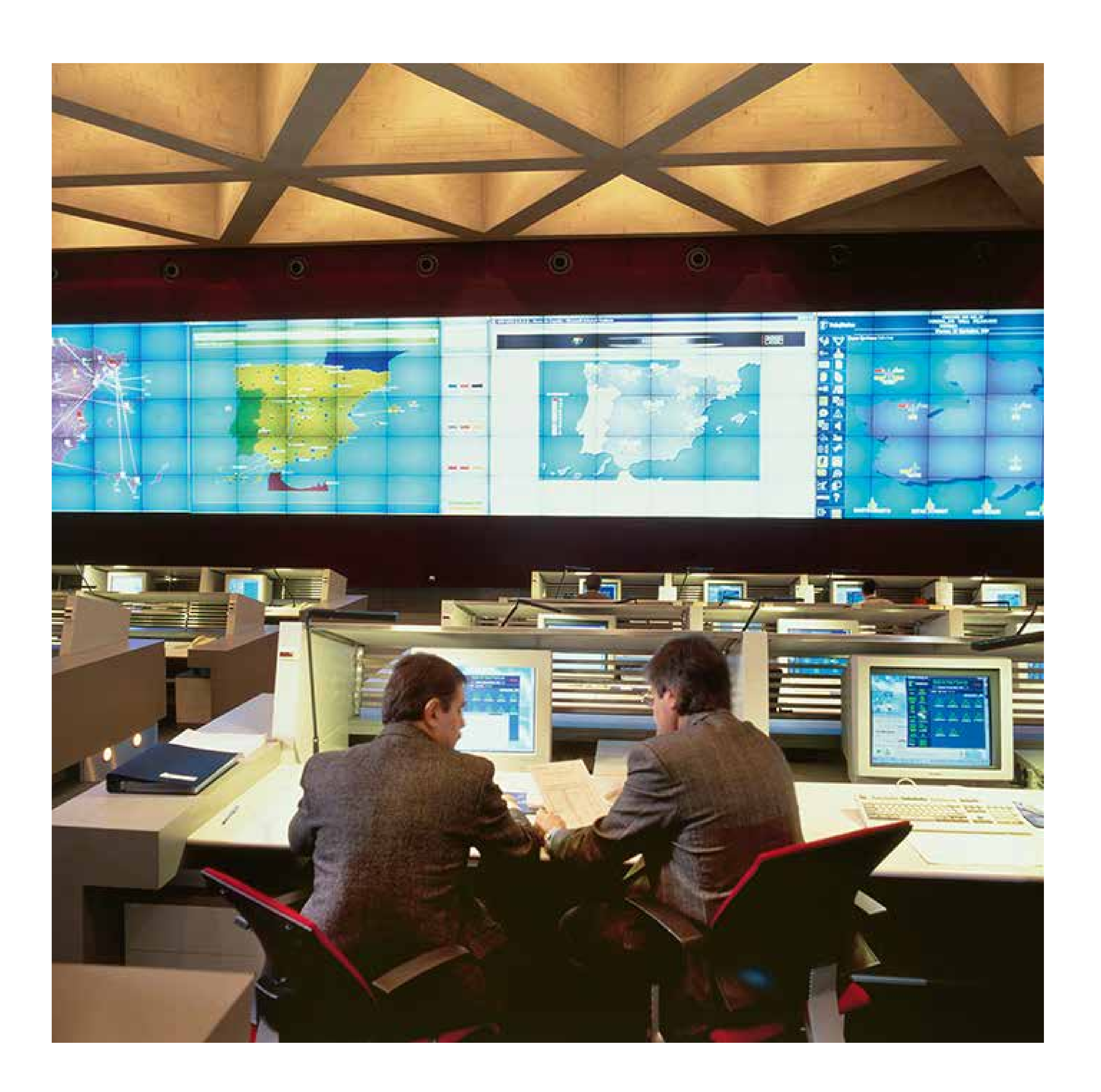
La sede de Gran Vía también vivió su particular proceso de digitalización, convirtiéndose en un edificio inteligente en 1992. Todas sus infraestructuras (climatización, seguridad, comunicaciones…) se modernizaron para incorporar los avances disponibles. La sustitución de los equipos electromecánicos por el sistema *1240* dejó espacio libre para otros usos, en un proceso que desde entonces no ha parado.

Sala de controladores en el CNSO (Centro Nacional de Supervisión y Operación) de Telefónica, desde donde se supervisa la red de transmisión óptica.

15 Antonio Amor, «El cable de fibra óptica en España», *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 163 (octubre de 1980), pp. 4-5.

16 Telefónica, «Optican», *Cuadernos Telefónicos*, n.º 14 (1986).

17 «La fibra en casa llega a Barcelona y Madrid», *Noticias Telefónicas*, n.º 18 (septiembre de 1991).





Centro de conmutación y transmisión de datos de Madrid, 1971.

9.

Transmisión de datos e Internet

Antes de que la voz se transmitiese por teléfono ya se enviaban datos por cable, que en eso consiste el telégrafo. No obstante, la acepción moderna de la expresión «transmisión de datos» va ligada a la existencia de un dispositivo con capacidad de computación: un ordenador, un teléfono inteligente, un vehículo autónomo...

El desarrollo de esta tecnología fue paralelo al crecimiento de la informática. Los primeros ordenadores eran máquinas de gran volumen y precio muy elevado que se usaban para tareas científicas o relacionadas con la defensa. No tenían necesidades de comunicación a distancia, más allá de su complicada relación con los usuarios humanos. La aparición de la electrónica basada en el transistor redujo el precio y el tamaño de los equipos

informáticos y extendió su uso en el mundo de la empresa.

En 1957 RENFE adquirió un *IBM 650*, el primer ordenador que llegó a España. En el año 59, la Junta de Energía Nuclear compró un *UNIVAC* para cálculo científico. En el 62, llegaron dos unidades del *IBM 1401*, un equipo mediano diseñado para el mundo de los negocios, para Sevillana de Electricidad y Galerías Preciados[1].

Los primeros ordenadores de la CTNE se usaron en labores administrativas, como contabilidad, confección de nóminas y emisión de facturas.

> Durante el año 1965 ha culminado esta labor con la puesta en servicio, en Barcelona, de dos ordenadores electrónicos de proceso de datos, de la casa IBM, modelo *1401*, y otros dos en Madrid de la casa Remington Rand, modelo *UNIVAC*, equipados todos ellos con varias unidades de cintas magnéticas.[2]

Los usuarios empleaban terminales para comunicarse con la unidad de proceso, el cerebro del ordenador. Al principio no había distancia entre esos usuarios y la máquina; como mucho se encontraban en diferentes plantas del mismo edificio. Esto cambió con el auge de nuevas aplicaciones, como el teleproceso bancario. La oficina podía estar a cientos de kilómetros del ordenador central, así que ya en los años sesenta hacían falta líneas de comunicación para conectar los terminales remotos con el centro de proceso de datos.

A finales de esa década había un mercado emergente de líneas de datos, con las entidades bancarias y otras empresas de servicios como principales clientes. Imaginemos que el banco X tiene su sede

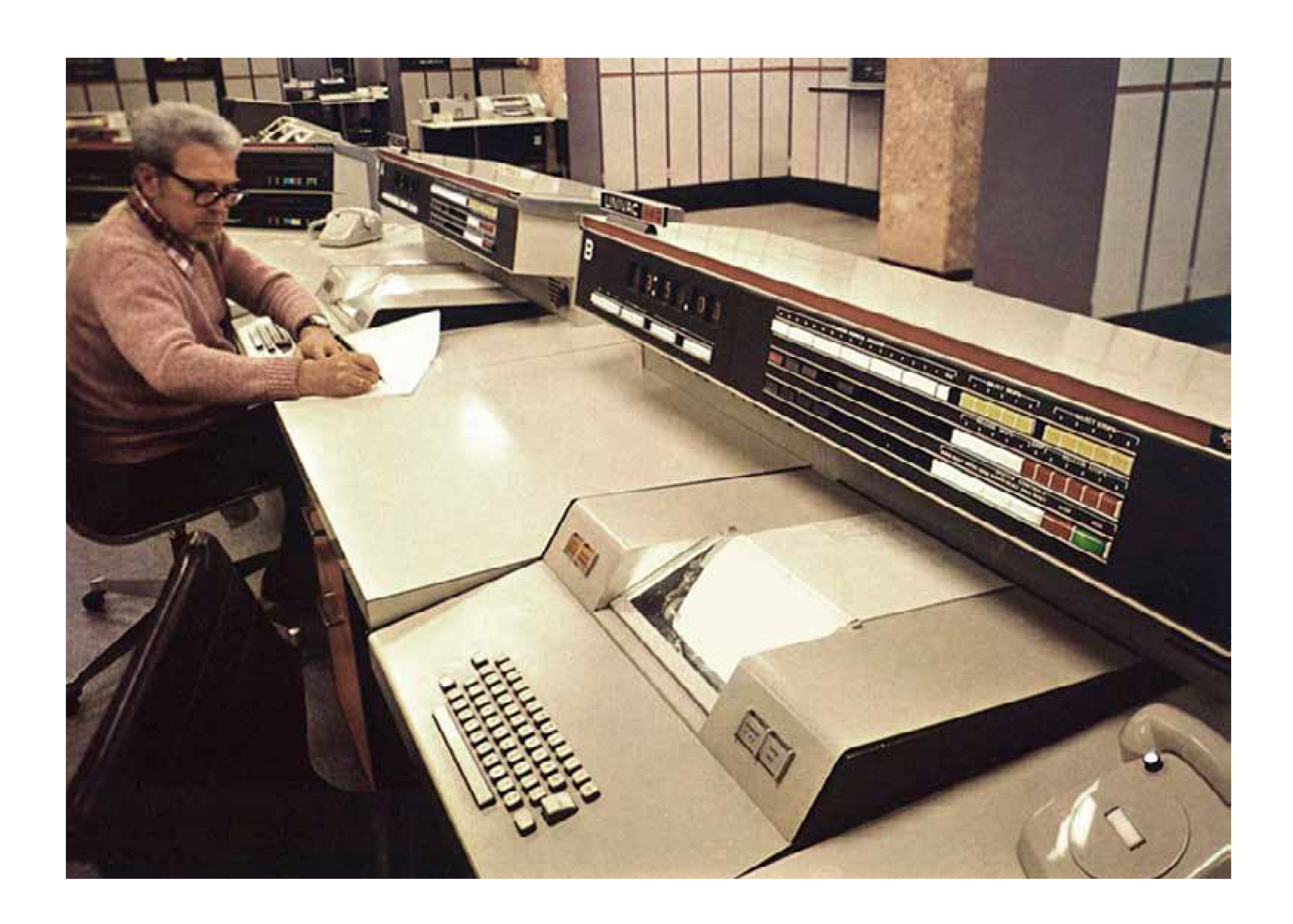


Grabación de datos de facturación mediante perforadora de cintas IBM, en *Generalidades sobre teleproceso*. Madrid: CTNE, 1972, p. 26. Los equipos situados en la parte superior son lectores de negativos de las fotos de contadores de central. Las empleadas transfieren esa información al equipo en formato entendible por la máquina para después poder confeccionar la factura del cliente.

1 Miquel Barceló García, *Una historia de la informática*. Barcelona: UOC, 2008.

2 CTNE, «Memoria del ejercicio 1965», p. 21.

Operador en la consola de un ordenador *UNIVAC 418*, de la Red Especial de Transmisión de Datos, en *Presente y futuro de la teleinformática en España*. Madrid: CTNE, 1975, p. 20.



en Madrid y desea instalar un terminal en determinada sucursal de Alicante para que sus empleados puedan realizar operaciones contra los datos de un ordenador central. Hace falta un circuito que permita al terminal «hablar» con el ordenador, y eso se consigue usando una línea telefónica con «módems» en cada extremo. Módem es el acrónimo de «modulador-demodulador». En términos simples es lo que convierte los ceros y unos con los que trabajan los ordenadores en señales audibles que podían enviarse por la línea.

En lugar de usar una línea convencional y pagar por tiempo de uso, Telefónica ofrecía líneas dedicadas, «punto a punto». Esta tecnología funcionaba bien, pero no resultaba eficiente cuando el número de centros que había que conectar aumentaba. Para el mismo ejemplo del banco X, conectar mil sucursales suponía contratar ese número de líneas dedicadas. No parecía lo más adecuado mantener conectados de forma permanente todos los terminales, ya que casi nunca se usan de forma simultánea.

Era un problema común en la informática de ese periodo y se propusieron diversas soluciones para resolverlo. La más creativa fue la «conmutación de paquetes». La idea es sencilla: en lugar de líneas dedicadas se crea una red especial, a la que los ordenadores envían los datos en pequeñas ráfagas y la red es capaz de hacerlas llegar al punto de destino en el orden adecuado. Este fue el origen de ARPANET que con el tiempo se convirtió en lo que hoy conocemos como Internet, pero aún quedaba mucho camino para que el experimento se transformase en un producto comercial.

El 22 de diciembre 1970, se promulgó un decreto por el que la CTNE quedaba encargada de construir una red de datos pública[3]. Ese mismo año, un grupo de ingenieros de Telefónica viajó a Estados Unidos y allí conocieron una solución de UNIVAC basada en conmutación de paquetes que dicha compañía había desarrollado para un consorcio bancario[4].

A partir de ese viaje, usando los equipos de UNIVAC y desarrollando el *software* necesario para convertir esa solución de empresa privada en una red pública nació la RETD (Red Especial de Transmisión de Datos). Fue la primera red pública comercial de conmutación de paquetes del mundo y su primer nodo entró en servicio en noviembre de 1971, en la central madrileña «Velázquez». La CTNE se adelantó

Consola del sistema *Tesys-5* instalada en la Red RSAN y X-25, Telefónica, «Memoria de 1985».

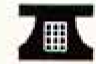


3 CTNE, «Presente y futuro de la teleinformática en España», 1972, Archivo documental de Telefónica.

4 Jorge Infante, «El desarrollo de la red pública de datos en España (1971-1991): un caso de avance tecnológico en condiciones adversas», *BIT*, vol. 136 (noviembre-diciembre de 2002), pp. 1-20.

Anuncio de la Red Especial de Transmisión de Datos. Las aplicaciones que se usaban como ejemplo se centraban en el mundo de la empresa.





a todas las operadoras europeas e incluso al gigante norteamericano AT&T.

En 1975 se publicó la norma X.25 para redes públicas basadas en conmutación de paquetes, en cuyo desarrollo Telefónica desempeñó un papel de liderazgo. Esta tecnología se añadió a la RETD en 1980. Los equipos se habían actualizado desde los primeros *UNIVAC*, pero a mediados de los setenta el tráfico de la red había crecido tanto que exigía la instalación de *hardware* especialmente diseñado como conmutador de paquetes[5]. De nuevo, Telefónica fue pionera al decidir construir un sistema propio en 1977. Este fue el origen de los equipos *TESYS*, diseñados en colaboración con las empresas participadas SECOINSA y SITRE (*TESYS* es el acrónimo de las tres empresas). Entraron en servicio en 1982, y se exportaron a diversos países como Noruega, Argentina, Canadá, Grecia, Túnez... La red pública de datos pasó a conocerse como IBERPAC.

En 1988 Telefónica Investigación y Desarrollo recibió el encargo de diseñar una nueva generación de equipos *TESYS*, llamada *TESYS-B*. No llegaron a desplegarse de forma masiva porque a mediados de los años noventa las condiciones del mercado cambiaron de forma radical con Internet. La red pública de datos se renombró como Red UNO y se dotó con equipos de la canadiense Nortel, que incorporaban nuevas tecnologías.

Los clientes de esta red eran grandes empresas como bancos, RENFE, Iberia, las compañías eléctricas, etcétera. Antes de la revolución de Internet, los servicios de datos, más allá de la pura conectividad, eran muy escasos si los comparamos con la oferta actual.

Entre los que comercializó Telefónica cabe mencionar Teletex e Ibertex. El primero permitía la conexión

5 La memoria del ejercicio 1980 indica que en ese año la RETD atendía sesenta mil circuitos.

remota de terminales para el envío y recepción de mensajes de texto de una manera muy similar al servicio Telex de Telégrafos. La tecnología era más moderna y usaba la red de datos pública, pero su uso no se extendió fuera de los entornos de oficina. La principal limitación de un servicio como Teletex es que necesitaba terminales *ad hoc*, que eran máquinas de escribir electrónicas de un precio elevado para cualquier usuario particular.

Las operadoras de telecomunicación exploraron una vía económica alternativa, llamada Videotex. Desde el salón de casa y usando un equipo terminal muy simple el cliente tendría acceso a todo tipo de informaciones en la pantalla de su televisor. No hay que confundirlo con el servicio de teletexto de las televisiones que por los años ochenta empezó también su andadura. El teletexto funciona en modo difusión, no hay interacción entre el usuario y el emisor. Videotex, por el contrario, usaba una línea telefónica, con la que se efectuaba una llamada al nodo de acceso y era interactivo. En España se comercializó con el nombre Ibertex. El éxito de un servicio así dependía de que los proveedores de información como la Bolsa, las entidades financieras o las agencias de viajes creasen contenidos en los nodos servidores de la red y eso exigía inversión y mantenimiento. En Francia llegó a ser muy popular en la década de los ochenta bajo el nombre comercial Minitel. En España no tuvo tiempo de despegar, aunque hubo iniciativas importantes como el servicio de banca por Videotex del Banco Santander o la red de venta de entradas para los Juegos Olímpicos de Banesto, que también usó este servicio. Finalmente, fue desplazado del mercado por Internet.

Hay un servicio de esa época que alcanzó una gran difusión y aún hoy sigue siendo muy popular, aunque la tecnología haya evolucionado. Se trata del datáfono, o terminal telefónico para transmisión de datos y voz. En origen, era un terminal con múltiples funciones pensado para pequeños comercios y empresas.

La idea que lo hizo brillante fue incluir en el diseño un lector de tarjetas de banda magnética, que por entonces era un dispositivo poco habitual. Esto convirtió al datáfono en sinónimo de terminal de cobro electrónico, aunque en la intención original de sus creadores esta era solo una función añadida. El equipo desterró de las tiendas españolas los recibos manuales con carboncillo con los que se pagaba antiguamente con tarjeta de crédito.

Llegamos así a mediados de los años noventa. La red IBERPAC constituía la columna vertebral de la transmisión de datos en España y, mediante convenios de colaboración con otras operadoras, las empresas podían extender sus conexiones a otros países. El datáfono había tenido un gran éxito y Videotex prometía ser la estrella de los hogares. La teleinformática permitía consultar el saldo de la cuenta corriente en cualquier cajero automático o que una reserva de billete de avión se realizase de inmediato en la agencia de viajes. Los documentos podían enviarse rápidamente al otro lado del mundo por fax y hasta el Muro de Berlín había caído pacíficamente.

Este orden iba a ser alterado por Internet, lo que no deja de ser un fenómeno recurrente en las telecomunicaciones. El principio de la destrucción creativa enunciado por Joseph A. Schumpeter en 1942 ha funcionado siempre en este negocio. Según el economista austriaco, una innovación tecnológica acaba con el modelo de negocio preexistente y ocupa su espacio con uno nuevo. La telefonía automática relegó a la

Equipo terminal Videotex, con el teclado, mando a distancia y módem para la conexión a la red telefónica, 1981.

Equipo de abonado «Datáfono. Teléfono de Datos», 1992. Podía utilizarse como teléfono convencional y como equipo para comunicaciones informáticas, permitiendo entre otras funciones el pago con tarjeta de crédito.



manual, la fibra óptica al cobre, la televisión en color a la televisión en blanco y negro… el datáfono terminó con el cobro manual mediante tarjeta de crédito. Lo que no era tan habitual es que los vendedores de periódicos, las estrellas de rock, los grandes almacenes o los fabricantes de cámaras fotográficas padeciesen los efectos del tsunami que se avecinaba.

Internet nació como un proyecto de la Guerra Fría, financiado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos. Se trataba de proponer nuevos tipos de red que fueran redundantes y capaces de mantenerse operativas en caso de conflicto nuclear. La solución ya mencionada, ARPANET, lo lograba usando técnicas de conmutación de paquetes, probadas en 1965 en entorno de laboratorio en el Massachussets Institute of Technology. En 1969 se conectaron los primeros nodos en las universidades de Los Ángeles (UCLA), Stanford y Santa Bárbara, en California, y en la de Utah. Era una red de ámbito universitario y dedicada a la investigación, estaba muy alejada de la explotación comercial.

La Internet primitiva, que ni siquiera se llamaba así, ofrecía muy pocos servicios a sus escasos usuarios, pero tenía un modo de gobierno innovador. A la hora de desarrollar un servicio, las compañías telefónicas se tenían que poner de acuerdo para emitir una norma, que sancionaba la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Los fabricantes se adherían y empezaban a diseñar sus equipos basados en ella. Es lo que ocurrió con X.25, por ejemplo. La norma sobre intercambio electrónico de mensajes, llamada X.400, no se publicó hasta 1984 después de múltiples iteraciones de trabajo.

En Internet, si a alguien se le ocurría un servicio novedoso, simplemente lo implantaba. Así ocurrió en 1971, cuando Ray S. Tomlinson definió el correo electrónico de la red y desarrolló su primera versión. Así nació lo que luego todos conoceríamos como *email*, y tuvo éxito porque los usuarios de la red lo encontraron útil. Lo mismo ocurrió con la transferencia de ficheros o la *World Wide Web*. Las decisiones se tomaban por consenso y se fueron definiendo una serie de organismos de gobierno para asignar las direcciones IP o administrar los distintos nombres de dominio (.com, .edu, .es).

El número de centros conectado crecía y sobrepasó las fronteras de Estados Unidos. El usuario tipo de Internet era un profesor o investigador, que se conectaba desde el trabajo. Ya a finales de los años setenta, algunas empresas vieron una oportunidad de negocio ofreciendo acceso a usuarios domésticos. La primera fue CompuServe en 1979. El cliente se conectaba usando una línea telefónica y un módem a un nodo CompuServe y con ello tenía acceso a correo electrónico del tipo xxx@compuserve.com. A cambio pagaba una cuota mensual al proveedor de acceso a Internet, más el gasto de la llamada a la compañía operadora que tuviese contratada.

Internet llegó a España a principios de los años ochenta de la mano del mundo universitario. En 1984, se creó la red de centros de Física de Altas Energías (FAENET) que se conectó al CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) usando el enlace de esta institución con el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas). Al año siguiente, se instaló un nodo de la red EUNet en la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid, nodo al que se llamó «Goya». La salida hacia el mundo se hacía usando un enlace X.25 de IBERPAC que se conectaba con un nodo en

Equipos del servicio Teletex que Telefónica presentaba como la manera más avanzada de telecomunicaciones para la transmisión de textos. Era un servicio público internacional que permitía la transferencia de todo tipo de textos a través de la Red Pública de Datos (IBERPAC).

El servicio Ibertex entró en funcionamiento en primer lugar en Madrid, Barcelona y Valencia. En un principio estaba orientado hacia el sector profesional, con la intención de que su uso se extendiese posteriormente hacia el ámbito doméstico.





Ámsterdam. La importancia de este grupo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación está en que de él nació en 1992 lo que hoy se llamaría una *startup*, Goya Servicios Telemáticos, el primer proveedor de acceso español siguiendo el modelo de CompuServe.

Los «internautas» eran aficionados a la informática, que no tenían problemas en instalar los programas necesarios en sus ordenadores domésticos ni necesitaban un soporte técnico muy sofisticado. La gran eclosión mundial de Internet se produjo en 1993. En 1989 Tim J. Berners-Lee había inventado la WWW en el CERN, pero para usarla hacía falta un navegador y los primeros eran muy poco amigables para el usuario común. Pero en 1993, Marc Andreessen y Eric J. Bina desarrollaron el navegador Mosaic, antecedente de todos los navegadores contemporáneos. Por primera vez, alguien podía usar la red sin necesidad de hacer un curso de ingeniería, con solo escribir la URL del sitio al que quería navegar, por ejemplo http://www.nasa.gov. Microsoft entendió el potencial de negocio que había e incluyó su Internet Explorer en Windows 95, con un concepto de usabilidad muy parecido al de Mosaic.

Casi de la noche a la mañana, cientos de miles de usuarios sentían la necesidad de conectarse usando los servicios de alguno de los múltiples proveedores de acceso que surgieron en todo el mundo. Cada proveedor tenía un banco de módems que recibía las llamadas de los clientes y una serie de enlaces con los que se conectaba a un mayorista que, a su vez, tenía acceso a Internet.

Los usuarios se quejaban de que los precios de la conexión telefónica y de los proveedores de acceso eran muy elevados. En 1994, Telefónica decidió desarrollar una red especial para conectar proveedores y usuarios con independencia de su situación geográfica. El desarrollo se confió a Telefónica I+D, con la

participación de gran parte del equipo que había diseñado el *TESYS-B*. Así nació InfoVía. Se presentó en Gran Vía en septiembre de 1995 coincidiendo con una visita de Bill Gates a España para promocionar su Windows 95, durante la que celebró una reunión para negociar la inclusión del *software* de conexión de InfoVía en esa distribución[6]. El acuerdo se alcanzó unos meses después[7]. InfoVía ofrecía páginas *web* y también era posible conectarse a Internet seleccionando un proveedor de acceso.

Para el usuario, InfoVía tenía la ventaja de que marcando el número «055» podía conectarse a su proveedor con un coste de llamada local, con independencia del lugar desde el que lo hiciera. Los proveedores, a su vez, podían tener clientes en cualquier punto de España sin necesidad de instalar bancos de módems, caros y complejos de mantener.

En octubre de 1996 ya había cien mil usuarios residenciales del servicio y doscientos proveedores[8]. A partir de enero de 1999 el servicio se llamó InfoVía Plus con mayores velocidades y nuevos equipos. Para entonces, el mercado de acceso a Internet había cambiado por completo. La liberalización de la telefonía fija hizo que apareciesen otras compañías operadoras y nuevas modalidades de contratación. Los proveedores de acceso desaparecieron, porque las operadoras disponían de toda la infraestructura necesaria para la conexión a Internet y trabajaban con economías de escala. Telefónica adquirió el proveedor TeleLine, los buscadores Olé y Lycos y otra serie de servicios que fueron la base de la marca Terra.

El acceso doméstico tenía una limitación importante; si se usaba la línea para la conexión a Internet el teléfono permanecía ocupado. Las pequeñas disputas familiares con los hijos adolescentes enganchados a la red que impedían recibir la llamada de la abuela desaparecieron con otra revolución tecnológica, el ADSL.

La gran ventaja del ADSL es que permitía la transmisión y recepción de datos por el único par de cobre que llega a casa desde la central sin usar la red telefónica. Esto se conseguía usando técnicas especiales de modulación y un equipo de acceso llamado *DSLAM* que se conectaba a la línea de abonado desde el repartidor. Telefónica fue la primera compañía en ofrecer accesos ADSL en España en 1999[9], a una velocidad de 256 kilobits por segundo. En 2003 eran ya más de un millón los clientes conectados, a lo que contribuyó la tarifa plana que acompañaba al servicio.

Menú principal de navegación de InfoVía, 1995.



6 José F. Beaumont, «Apuesta de Telefónica para abaratar el acceso a información electrónica», *El País* (5 se septiembre de 1995).

7 «Un pacto de Telefónica y Bill Gates permite acceder desde Infovía a la red de Microsoft», *El País* (13 de marzo de 1996).

8 Ángel Calvo, *Historia de Telefónica: 1976-2000. Las telecomunicaciones en la España democrática*. Madrid, Barcelona: Fundación Telefónica, Ariel, 2017, p. 135.

9 Telefónica, «Informe anual 1999», p. 16.



Cartel de la campaña de publicidad de Telefónica para 1985.

La mayor velocidad de acceso del ADSL hizo realidad servicios que con el acceso telefónico eran muy rudimentarios. Por ejemplo, la voz sobre IP se popularizó con la aplicación *Skype*, y los contenidos multimedia como *YouTube* se convirtieron en las nuevas estrellas de la red. Esta tecnología fue la base que permitió a Telefónica comercializar su primer servicio de televisión IP, Imagenio, del que se habla más adelante.

Ya en el siglo XXI llegarían otras dos revoluciones que hicieron desaparecer la distinción entre voz, datos, vídeo, etcétera. Los accesos móviles y por fibra óptica han convertido todas las redes de telecomunicaciones en redes IP, la tecnología de Internet acabó por ocupar todo el espacio desplazando a la venerable conmutación de circuitos.

En 1985 se lanzó una campaña visionaria bajo el lema «Faltan 15 años para el año 2000». En un *spot* de un minuto se intuía lo que estaba por llegar:

> Cuando empezamos a acariciar el nuevo siglo, los últimos compases del siglo XX nos anuncian un brillante futuro. Durante los próximos quince años algo maravilloso va a ocurrir. Mañana, el hilo del teléfono convertirá la voz en luz, la luz en imagen, información, calidad de vida. Acercará culturas y ampliará la nuestra. Quedan quince años y no podemos dejarlos pasar. Solo quien sepa aprovecharlos a fondo podrá crear nuevas oportunidades de desarrollo para nuestros hogares y empresas. Durante los próximos quince años, alrededor del teléfono, algo maravilloso va a ocurrir.

En julio de 2019, Gran Vía 28 se convirtió en una máquina del tiempo con la exposición sobre la serie *Stranger Things* y el *hashtag #YaEsVeranoDel85*. En un homenaje al visionario anuncio, uno de los carteles indicaba «Faltan 34 años para el 2019».



Radioteléfono para automóvil de la red TAV (Teléfono Automático de Vehículos).

10.

Telefonía móvil

Nuestra sociedad no sería la misma sin las dos grandes innovaciones de mediados de los años noventa: Internet y la telefonía móvil. Las tecnologías en las que se basan existían desde tiempo atrás, pero fue en ese momento cuando alcanzaron el grado necesario de madurez para convertirse en productos de gran público. La convergencia de ambos fenómenos, ya en el siglo XXI, es la base del mundo digital en el que vivimos.

Aunque se suele citar 1973 como fecha de nacimiento de la telefonía móvil, el origen es anterior. Es cierto que en ese año el ingeniero Martin Cooper, de la empresa Motorola, diseñó el primer terminal que podía sostenerse con una mano. Este modelo, llamado *DynaTAC* es el abuelo de todos los móviles actuales y se empezó a comercializar una década después.

Antes de que la electrónica permitiese ese avance había teléfonos inalámbricos instalados en automóviles. Telefónica realizó pruebas con carácter experimental en la década de los cincuenta. En 1952 se inició el servicio de radiotelefonía móvil en Madrid y Barcelona. La llamada entre cualquier abonado y un automóvil tenía que pasar por operadora.

En uno de los mapas del plan de desarrollo de ese mismo año, aparecen las «redes complementarias del servicio móvil», que incluían el servicio marítimo, enlaces en tramos ferroviarios y otro similar en la carretera Zaragoza-Lleida.

Estos experimentos no tuvieron continuidad por la baja fiabilidad de la electrónica de los cincuenta, construida aun con válvulas de vacío. En un artículo sobre una visita a Gran Vía 28, que apareció en *ABC* con motivo de los veinticinco años de la creación de la CTNE, el ingeniero José María Clara explicaba esta situación.

> —¿Se ha instalado el radio-teléfono para automóviles? —preguntamos al señor Clara.
> —De hecho está instalado. Se puede hablar de un teléfono móvil con otro fijo y a la inversa. Algunos automóviles lo instalaron, pero resulta muy caro. Se emplea un servicio de radio-teléfono para comunicarse con barcos en alta mar.[1]

Este servicio «radiotelefónico» no se ofreció a los clientes, pero se mantuvo operativo para un número muy reducido de vehículos de miembros del gobierno.

En un documento interno de la CTNE, fechado en diciembre de 1971, y titulado «Directrices para el plan quinquenal 1972/1976», se describen con detalle los servicios móviles que iban a implantarse.

> Por Servicio Móvil Terrestre se entiende todo servicio de radiocomunicación entre estaciones de base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres. [...] Todas las autopistas de peaje deberán contar con servicios móviles terrestres para su explotación, redes de gestión y de socorro. [...] Las más importantes capitales de provincia (unas 10), dispondrán de sistemas colectivos y compartidos.

Para atender estos servicios se instaló la gran antena sobre la torre de Gran Vía en 1972. Este mástil ha servido de soporte a las distintas generaciones de antenas de telefonía móvil de los equipos del edificio hasta su desmontaje en 2017.

Partiendo de las directrices del plan se desarrolló el primer servicio comercial, denominado TAV, que se ofreció desde 1975 en Madrid y Barcelona. Por el elevado precio de los equipos, su uso se siguió limitando a altos cargos del Estado y directivos de empresa[2].

En el mismo documento aludido, se menciona un segundo servicio móvil que tendría un gran éxito durante un cuarto de siglo:

> Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia y Sevilla dispondrán de redes mensafónicas en sus modalidades de código y mensaje.

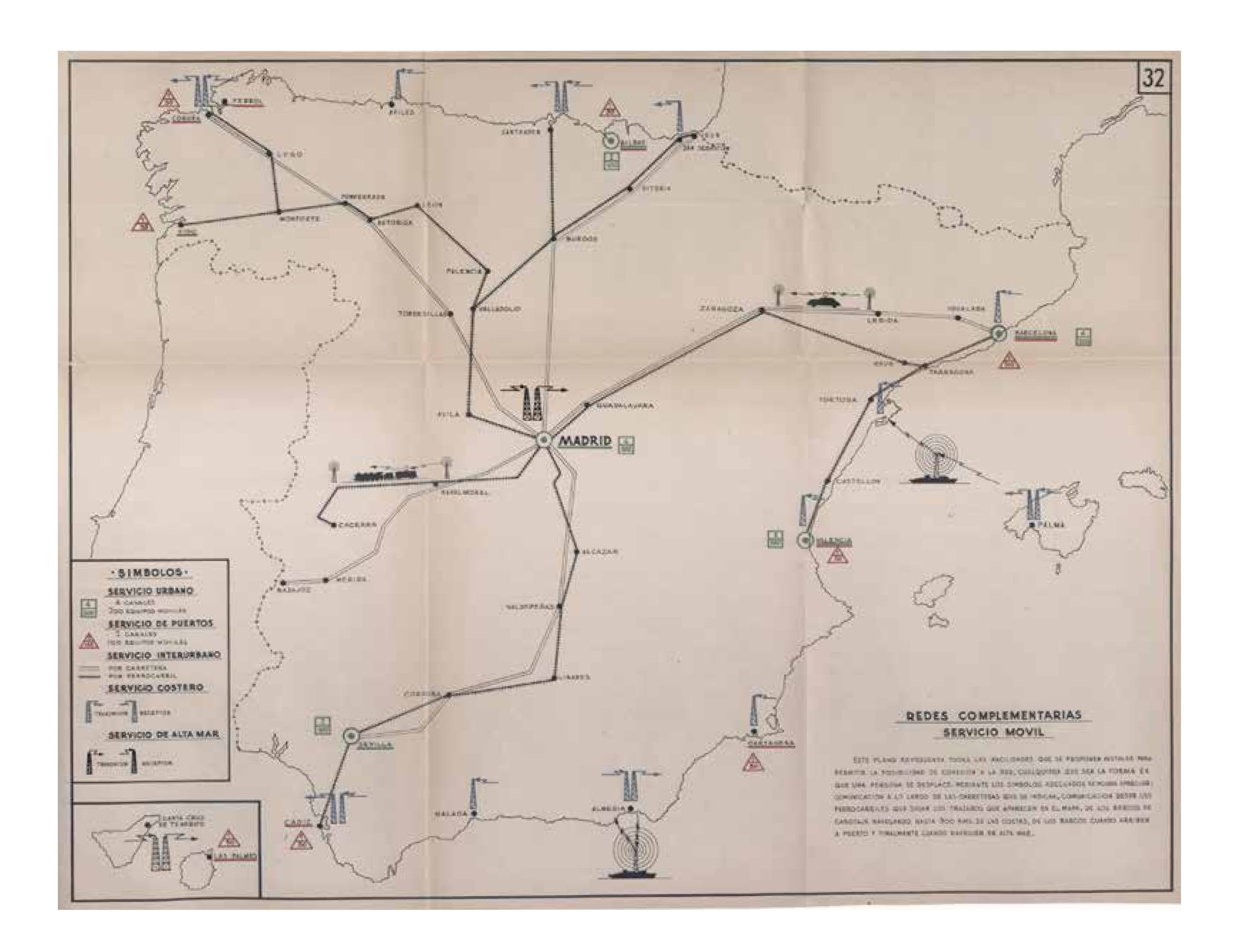
El mensáfono era un invento original de los Laboratorios Bell y se lanzó en 1972 en Madrid y Barcelona[3]. La cobertura del centro de Madrid se hacía con la antena de Gran Vía. El servicio fue bien recibido, lo que llevó a extenderlo a otras ciudades. El cliente llevaba un pequeño receptor, el modelo original era de Motorola. La persona que quería contactar llamaba a un número específico y dejaba el mensaje a la

1 Juan Antonio Cabezas, «Historia y realidad de un cerebro mecánico: la Telefónica», *Blanco y Negro,* n.º 2452 (2 de mayo de 1959), p. 34.

2 Antonio Pérez Yuste. «El proceso de implantación de la telefonía móvil en España», *Antena de Telecomunicación*, vol. 153 (2002), pp. 26-31.

3 CTNE, «Memoria 1972», p. 44.

«Plan para el desarrollo de la red telefónica española» (CTNE), 1952. Mapa de enlaces de las redes complementarias del servicio móvil; en la leyenda aparece en verde el número de usuarios previsto en las localidades con servicio urbano: doscientos en Madrid y Barcelona; cien en Valencia, Sevilla y Bilbao.





Anuncio de mensáfono (CTNE), *Hojas informativas*, 1974.



Operadoras del servicio mensafónico, años setenta.

telefonista. El mensáfono emitía una señal sonora para indicar a su dueño que tenía un mensaje para escuchar. Como máximo podía ser de quince segundos, pero era suficiente para los primeros usuarios.

El servicio fue evolucionando hasta conocerse popularmente como «buscapersonas» y de forma comercial como MensaTel. Los receptores se aligeraron, resultando más manejables. Podían mostrar textos en su pequeña pantalla y en la última etapa ni siquiera intervenía la operadora ya que se podían enviar mensajes desde Internet. La ventaja de este sistema era la gran cobertura y el precio moderado, pero nunca fue interactivo, la comunicación solo fluía en un sentido. Desapareció en cuanto la telefonía móvil alcanzó una extensión geográfica equivalente. Los SMS (*Short Message Service*) hirieron de muerte al buscapersonas a finales del siglo XX, aunque el servicio no se clausuró hasta 2012.

Volviendo a la telefonía móvil, a principios de los ochenta apareció un nuevo concepto de red, la telefonía celular. La cobertura se aumentaba instalando antenas que proporcionaban conexión en una zona reducida, pero el móvil podía viajar de celda en celda sin perder la comunicación gracias a un proceso de comunicación entre los equipos de la red.

Telefónica construyó una red celular con ocasión de la Copa Mundial de Fútbol de 1982, a la que llamó TMA-450, por las siglas de Telefonía Móvil Automática y la frecuencia de funcionamiento, 450 megahercios. Fue la primera red móvil con alcance nacional. Los mapas de cobertura indican que esta se centraba en las vías de comunicación, ya que seguía siendo una red pensada para automóviles.

Algunos terminales, del tamaño de un maletín, podían extraerse del vehículo y llevarse a reuniones de trabajo con el consiguiente asombro de los asistentes. En 1988 había treinta y dos mil usuarios, según la memoria del ejercicio.

Un nuevo salto se produjo en 1989, con la introducción de la red evolucionada TMA-900. Aunque en un principio se dirigió al mismo tipo de público, los terminales acabaron por parecerse a lo que hoy entendemos por un teléfono móvil. Podían transportarse sin necesidad de ser un atleta y tenían una autonomía de



Dos interlocutores hablan desde sus teléfonos de automóvil en Madrid, 1952.



Paquete de MoviStar Activa, comercializado por Telefónica desde 1997. Este sistema ofrecía pagar lo que se consumía, sin un coste fijo mensual y la posibilidad de recargar la tarjeta en cualquier momento.

uso razonable, del orden de horas. El servicio recibió en 1993 un nombre más comercial que es ya parte de la historia sentimental de una generación: MoviLine. Era aún una red analógica, es decir, servía para establecer una comunicación vocal y no tenía capacidades de envío de textos o de otro tipo de datos.

El gran cambio llegó con la segunda generación de telefonía móvil, que se estrenó en régimen de competencia. Telefónica ya había instalado redes experimentales con esta tecnología, llamada GSM, para los Juegos Olímpicos y la «Expo» de Sevilla en 1992, una de las iniciativas pioneras en Europa. No se pudo comercializar por motivos regulatorios hasta julio de 1995 bajo la marca MoviStar, que entonces solo se usaba para este servicio.

El nuevo sistema era completamente digital, los terminales podían usarse para transmitir datos, aunque aún a una velocidad reducida, y también eran capaces de enviar y recibir mensajes de texto. Los SMS fueron la aplicación estrella de la primera década del servicio y el antecedente de las redes sociales. Resulta sorprendente, porque en origen no se habían concebido para su uso entre clientes sino para que la red enviase avisos del tipo «Ha superado el 80% del saldo disponible».

Los SMS revolucionaron las comunicaciones personales. Debido a la limitación a ciento sesenta caracteres y a la complicación de introducir texto con el teclado numérico, los usuarios desarrollaron la habilidad de comprimir la información inventando abreviaturas y retorciendo la ortografía. Por ejemplo: «*Q tal? T veo sta noxe?*».

Una característica distintiva de los móviles GSM era la tarjeta SIM (*Subscriber Identity Module*), que permitía cambiar de terminal sin necesidad de cambiar de número de teléfono. En los primeros modelos, tenía el tamaño de una tarjeta de crédito, después fue evolucionando a la microSIM, la nanoSIM y finalmente la eSIM, que es virtual.

Otra novedad fue la posibilidad de llamar desde la red de otro operador al viajar al extranjero. Así fue como añadimos «*roaming*» a la lista de anglicismos de nuestras vidas. Hoy puede parecer trivial, pero poder viajar con un mismo número de teléfono por distintos países era algo de ciencia ficción a principios de los años noventa.

La telefonía GSM hizo que el número de terminales superase en unos años al de las venerables líneas fijas, que no podían competir con las funciones, ubicuidad y *glamour* del móvil. Además, produjo un cambio social de enorme calado: el teléfono dejó de ser un bien compartido por cada hogar y se transformó en una pertenencia personal.

En torno a la telefonía móvil surgieron nuevos negocios como las descargas de politonos o fondos de pantalla, televoto e interacción con programas de televisión en directo. Los terminales se hicieron más sofisticados, incorporando cámaras de fotografía.

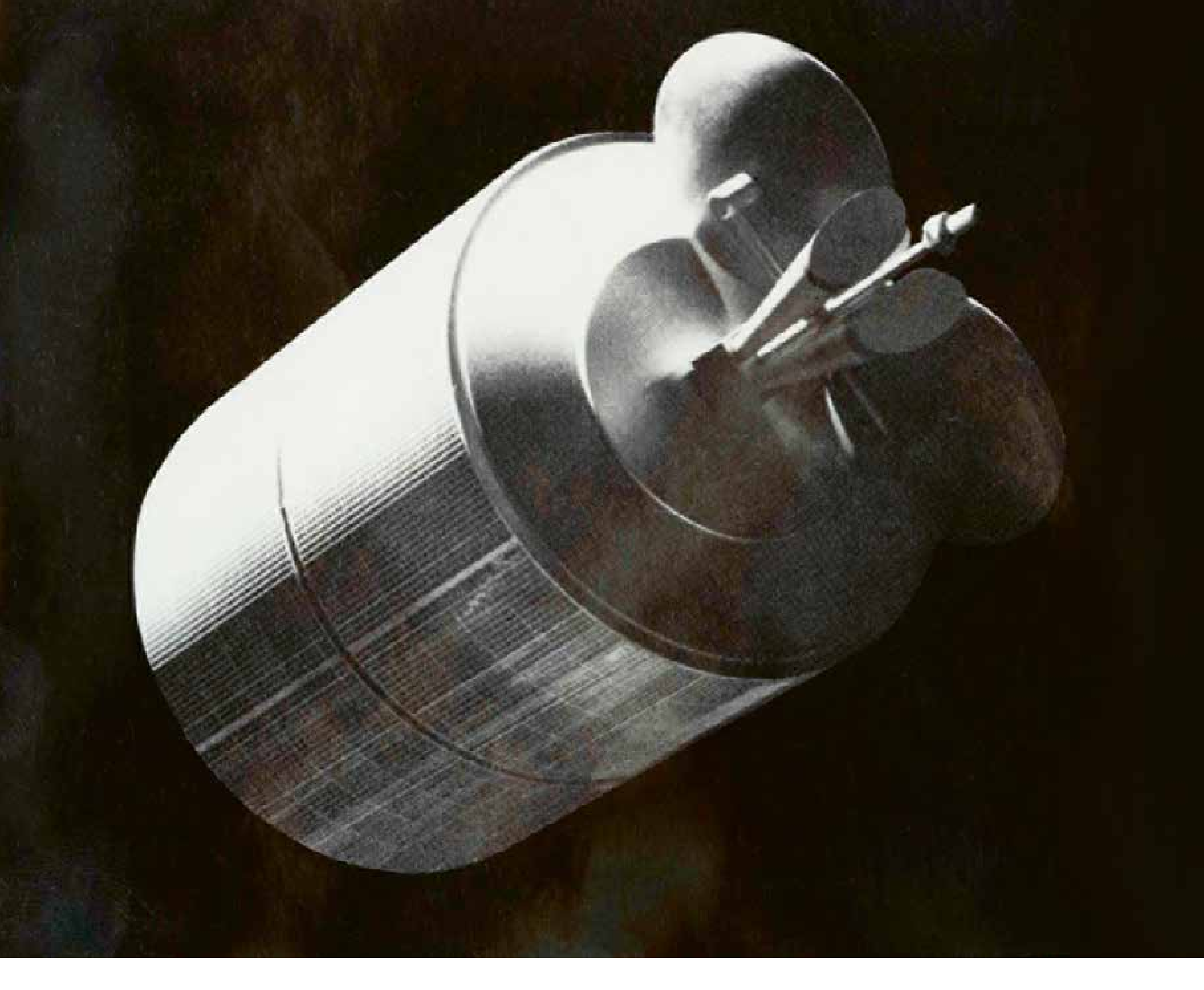
A la 2G le sucedió la 3G en el cambio de milenio, con la conectividad a Internet como principal atractivo. El mercado de terminales lo dominaba Nokia, que llegó a representar el cuarenta por ciento de todos los dispositivos vendidos en 2008. Otros fabricantes encontraron aplicaciones de nicho con mucho éxito, como la canadiense RIM con su célebre *BlackBerry Messenger*. La mensajería instantánea de *BlackBerry* era mucho más rica que los SMS aunque solo funcionaba entre equipos del fabricante. Se lanzó en 2005 y llegó a gozar de notable éxito entre los adolescentes hacia 2010. Sucumbió a la siguiente ola tecnológica.

El último gran salto evolutivo se produjo en 2007 con la aparición del primer *iPhone* de Apple. No era un nuevo terminal sin más, sino un pequeño ordenador que podía llevarse en la mano y manejarse con gestos mediante su pantalla táctil. Su lanzamiento despertó una expectación enorme y, en España, Telefónica fue la primera en distribuirlo en junio de 2008. El escenario no podía ser otro que Gran Vía 28. Las largas filas de *fans* de la marca esperando la apertura de la tienda ocuparon portadas y noticieros.

A partir de esa fecha, los límites entre ordenador, teléfono y cámara se difuminaron. Todo se ha integrado en un único dispositivo que cumple con todas esas funciones y ha dado nacimiento a otras impensables en 1995. Con el móvil hoy podemos realizar operaciones financieras sofisticadas, vemos los contenidos audiovisuales que queremos a cualquier hora, mantenemos videoconferencias, podemos abrir el coche o controlar la lavadora desde la distancia, elegimos la mejor ruta en función del estado del tráfico… y hasta de vez en cuando hablamos, pulsando un pequeño icono con la forma de un aparato que ya solo existe en la memoria.



En 2005 Telefónica Móviles fue uno de los dos operadores en suscribir junto al Ministerio de Industria el Plan de Extensión de Telefonía Móvil, que situaría la cobertura a la cabeza de los países europeos con un 99%.



Satélite INTELSAT IV.

II.

Televisión

En 2019 asociar las palabras «televisión» y Telefónica no es extraño. La fibra óptica ha permitido ofrecer a los espectadores una oferta de canales generalistas y temáticos inimaginable hace solo dos décadas. Los más jóvenes consumen vídeo en sus móviles o portátiles cuándo y cómo desean. Sin embargo, por muchos años, Telefónica fue sinónimo solo de voz. La televisión pertenecía a otro ámbito, entraba en las casas por las antenas de las azoteas y las familias se reunían para verla en el único receptor del hogar.

El prodigio de transmitir el sonido a distancia por un par de cables despertó las esperanzas de poder hacer lo mismo con la imagen desde los primeros años de uso del teléfono. El sueño de la videoconferencia es un motivo que se repite en las visiones

futuristas de cómics, novelas y películas, pero una realidad que se resistía por las dificultades técnicas.

La señal analógica de voz ocupa un ancho de banda de cuatro kiloherzios. Aunque no se entienda lo que esa expresión técnica significa, la comparación con la imagen es muy sencilla. La transmisión de un programa en blanco y negro necesitaba cinco megaherzios, más que mil conversaciones simultáneas. No se disponía de tecnología para poder enviar la imagen por el hilo telefónico y además las cámaras eran muy voluminosas. A pesar de todo, las operadoras de telefonía y los fabricantes de equipos no dejaron de invertir recursos financieros y humanos en desarrollar demostradores de videoteléfonos, con la idea de que resultaría una aplicación de gran éxito. Años más tarde, cuando realizar videollamadas es algo trivial desde un terminal móvil, hemos descubierto que los usuarios sienten predilección por los mensajes breves de texto o pequeños fragmentos grabados de voz, pero esa es otra historia.

La realidad histórica es que la imagen en movimiento no llegó al gran público por el hilo telefónico, sino a través de las ondas, como la radio comercial. La televisión es uno de los grandes inventos del siglo xx, pero no era interactiva, a pesar de que en sus comienzos algunos televidentes se empeñasen en dar la réplica a las figuras que hablaban desde aquel aparato. La información solo fluía desde el emisor hacia el espectador, no había camino de vuelta.

Lo que apenas se ha contado es que Telefónica fue parte del sistema de televisión desde antes de la creación de Televisión Española en 1956. En el plan de desarrollo de la red de 1952, aparecen ya los enlaces de microondas y coaxiales que debían distribuir la señal de televisión desde Madrid a otros centros emisores. Ese fue el papel de la operadora durante las siguientes cuatro décadas, actuar como «transportista» de la información, pero sin llevar el producto a los consumidores finales, ni participar en la producción de contenidos.

Desde esta posición, Telefónica contribuyó al éxito de la televisión con avances técnicos significativos, en especial con su infraestructura de comunicaciones por satélite. Gracias a ella se pudo conectar al archipiélago canario para que recibiesen la misma programación que en la Península.

> Las transmisiones de televisión entre la Península y Canarias se han incrementado extraordinariamente a partir de la concesión, en régimen exclusivo a España y Méjico, conjuntamente, de una banda de frecuencia en el satélite primario INTELSAT IV. Es esta la primera vez en la historia en que se arrienda, a tiempo completo, la utilización exclusiva para televisión de una parte del segmento espacial, decisión que ha permitido potenciar al máximo nuestra colaboración con Televisión Española.[1]

Los reporteros podían enviar en directo sus conexiones «vía satélite», una expresión hoy en desuso, pero que sirvió para convertir el planeta en la aldea global que predijo Marshall McLuhan. Los sucesos remotos se veían en directo o con muy poco tiempo de retraso y esas imágenes llegaban por las enormes antenas parabólicas de Buitrago u otras estaciones de Telefónica.

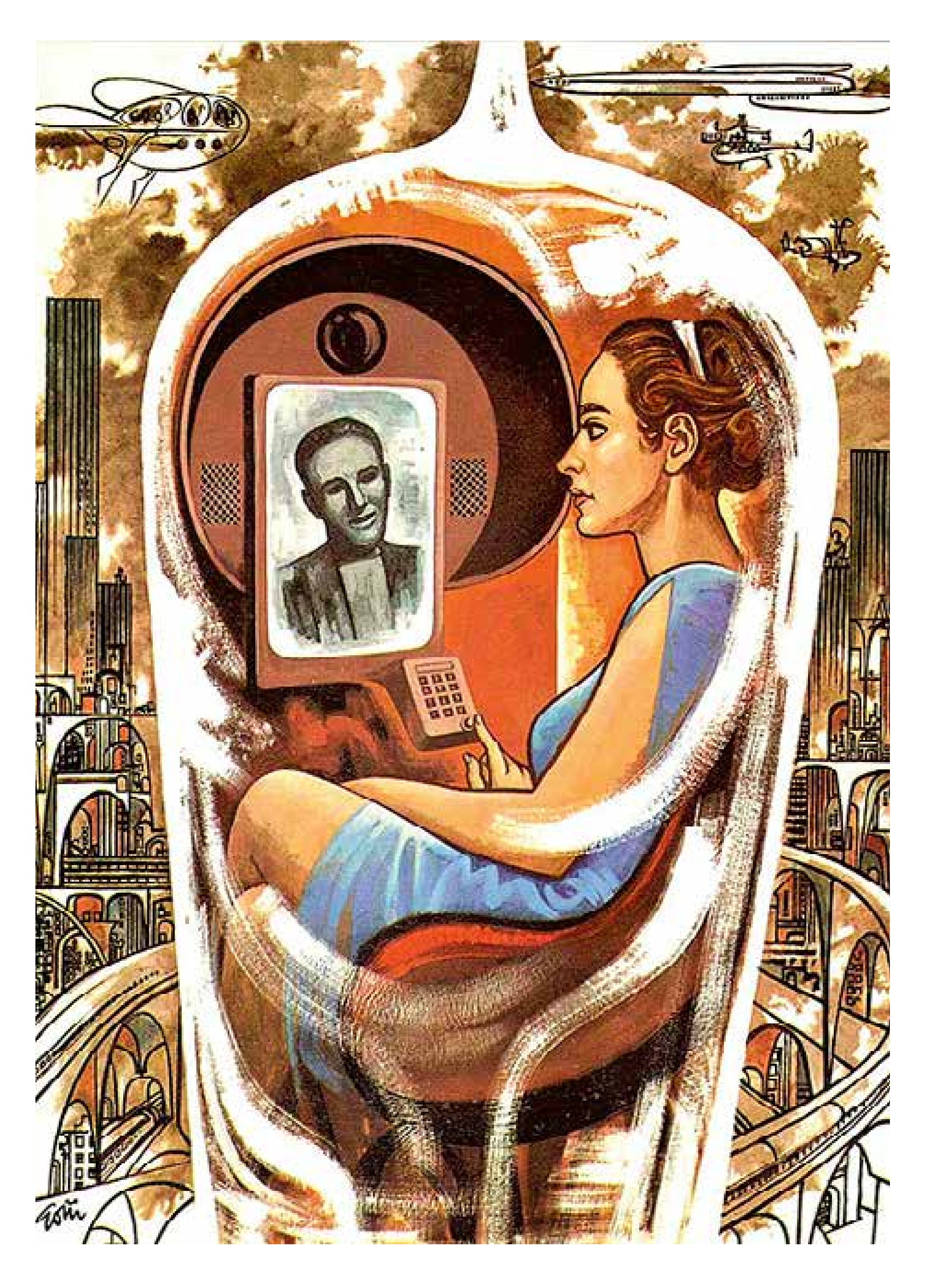
Este servicio fue el que sirvió al mundo las imágenes del Mundial de Fútbol en 1982 o las de los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992.

1 CTNE, «Memoria 1974», p. 13.

> Telefónica transporta durante los Juegos Olímpicos de Barcelona más de 200 señales distintas de televisión, entre las que se encuentran 50 señales internacionales vía satélite. Se trata de la mayor cobertura televisiva de la Historia, y supera en un 80 por 100 la que se llevó a cabo en la última olimpíada, celebrada en Seúl en 1988. Como parte de estos servicios Telefónica transporta, al menos, tres señales distintas de Televisión en Alta Definición.[2]

Telefónica probó con éxito la fibra óptica como medio de transmisión de vídeo con el cable submarino OPTICAN-I, en 1987[3]. Las ventajas de la fibra frente al satélite, sobre todo para vídeo digital, han relegado al segundo en las comunicaciones internacionales. Para los programas en directo, las redes de telefonía móvil han terminado por ofrecer una alternativa a la conexión por satélite. La calidad de la transmisión es suficiente para enviar vídeo profesional con un equipo de dimensiones mínimas.

La distribución de televisión a los hogares por cable coaxial (CATV: *Community Antenna TV*) era común en Estados Unidos en los años sesenta. Con este medio se podían establecer modelos de negocio basados en pago por suscripción. A principios de la década de los setenta, Telefónica y TVE firmaron un acuerdo para explotar dos redes experimentales en Madrid y Barcelona[4]. Telefónica se encargó de la construcción de la infraestructura para conectar los hogares con la central usando un conductor coaxial, aparte del par del abonado. TVE debía ocuparse de los contenidos. Aunque las obras alcanzaron un estado de ejecución avanzado, la experiencia no salió adelante. La crisis del petróleo que comenzó en 1973 produjo una contracción de la renta y el consumo y el proyecto se abandonó.



Postal realizada con motivo de la ampliación de capital de Telefónica, con una alegoría futurista de videollamada, 1973 (Lorenzo Goñi).

2 *Noticias Telefónicas*, número extra (1992).

3 Dolores Campos, «Telefónica experimenta la transmisión de televisión con cable submarino de fibra óptica», *El País* (26 de julio de 1987).

4 CTNE, «Memoria 1972», p. 43.

La posibilidad de que Telefónica se convirtiese en distribuidora de señal de televisión para los clientes residenciales revivió con los acontecimientos de 1992. Telefónica se planteó en 1987 construir redes de televisión por cable coaxial en Barcelona y Sevilla. En ese momento, la tecnología ya no era un obstáculo, pero la situación regulatoria impidió que la iniciativa prosperase. La Ley de Telecomunicaciones, que debía conceder los títulos habilitantes para la emisión de televisión por cable, no se promulgó hasta diciembre de 1995[5].

Esta ley establecía para Telefónica la prohibición temporal de explotar el servicio de telecomunicación por cable en las demarcaciones en las que existiese otra operadora. Fue lo que se conoció como «la moratoria del cable»[6], que hizo que la empresa buscase otros caminos para entrar en el negocio de la televisión. Este es el origen de su presencia en Vía Digital, consorcio creado en 1997 junto con TVE, Televisa, Recoletos y otros accionistas minoritarios para explotar el negocio de pago con tecnología VSAT[7]. Este sistema de difusión mediante satélite solo necesitaba la instalación de una pequeña antena parabólica en casa del cliente, más el decodificador de vídeo. La participación de Telefónica en Vía Digital fue incrementándose hasta 2002. Ese año se fusionó con quien había sido su principal competidor Canal Satélite Digital, y la plataforma pasó a llamarse Digital+.

Para entonces el mercado de la televisión había cambiado de forma profunda por la aparición del ADSL, del que ya hablamos en el capítulo de transmisión de datos. A partir de un megabit por segundo se puede enviar vídeo digitalizado por el cable telefónico, usando una técnica llamada *streaming,* que encapsula la señal en paquetes IP, el protocolo de Internet.



Valla publicitaria de Telefónica con motivo de la Expo'92 de Sevilla y los Juegos Olímpicos de Barcelona.

5 Ley 42/1995, de 22 de diciembre, de las telecomunicaciones por cable, *Boletín Oficial del Estado*, n.º 306 (23 de diciembre de 1995), pp. 36790-36796.

6 CNMT, «La actividad de la Comisión Nacional del Mercado de Telecomunicaciones durante el año 1998».

7 Germà Bel y Francesc Trillas, «Privatization, Corporate Control and Regulatory Reform: the Case of Telefonica», *Telecommunications Policy,* vol. 29, n.º 1 (2005), pp. 25-51.



Centro Internacional de Televisión de Telefónica durante los Juegos Olímpicos de 1992.

En el domicilio del cliente un decodificador convierte esos datos en vídeo convencional. ADSL ofrecía la velocidad necesaria para construir lo que se denomina IPTV (Televisión sobre IP). Telefónica I+D había empezado a trabajar en el envío se señal de vídeo por el par telefónico en 1997[8].

La cuestión regulatoria se resolvió porque en 1999 el gobierno aprobó la tarifa plana para los nuevos enlaces ADSL. Con esta solución, ni el tráfico, ni el tiempo de conexión eran ya factores que limitasen el envío de la cantidad de datos que requiere la televisión. Telefónica comenzó a trabajar ya en ese año en una plataforma IPTV, que recibió el nombre de Proyecto Piloto Imagenio.

> A diferencia de los canales de TV que son distribuidos en modo difusión hacia todos los usuarios, estos contenidos son emitidos desde un servidor de vídeo teniendo como destino únicamente el dispositivo que cursó la petición. Las redes ADSL están especialmente bien adaptadas a este tipo de servicio, ya que cada usuario tiene un canal dedicado que garantiza un ancho de banda elevado en red de acceso.[9]

Telefónica había reaccionado con agilidad, teniendo en cuenta que el primer servicio IPTV del mundo sobre ADSL lo lanzó la operadora regional británica Kingston Communications en 1999. A lo largo del año 2002 se realizó una experiencia piloto en Alicante[10] y como consecuencia del resultado positivo, la televisión IP por ADSL se empezó a comercializar en 2004 también en Madrid y Barcelona. El despliegue en toda España se completó durante los dos años siguientes.

Imagenio podía competir con éxito desde el punto de vista técnico con la oferta de las compañías operadoras de cable y de satélite VSAT. Al igual que sucedió en otros países, Telefónica ofreció paquetes convergentes cuando el regulador lo permitió. Estos

8 «Telefónica I + D probará a transmitir imágenes vía teléfono», *El País* (3 de mayo de 1997).

9 Francisco Rodríguez García, Fernando García Calvo y Francisco Javier López Benito, «Servicios multimedia sobre redes ADSL», *Comunicaciones de Telefónica I+ D*, n.º 19 (diciembre de 2000), pp. 45-58.

10 Telefónica, «Informe Anual 2002», p. 42.

productos se conocían en inglés como *Triple Play*: línea de teléfono + conexión a Internet por ADSL + televisión. Con este tipo de promociones el número de clientes creció de forma significativa y a finales de 2006 Imagenio tenía 383 000 usuarios[11].

Además de la televisión IP, que requiere instalar el decodificador en el domicilio del cliente, en Internet también es posible consumir vídeo bajo demanda en cualquier dispositivo, usando lo que se conoce como técnicas OTT (*Over The Top*). No hace falta ni siquiera la conexión ADSL o ser cliente de conectividad de la operadora. Imagenio disponía desde sus inicios de contenidos a la carta, pero solo para consumo con ADSL. En 2011 se lanzó Imagenio Móvil, un servicio OTT. Bastaba con tener el usuario y la clave adecuada para usar Imagenio en cualquier móvil o tableta en la que se hubiese descargado la aplicación.

A principios de la década de 2010, otro salto tecnológico produjo un cambio en la estrategia de Telefónica para convertirse en una «*video company*»[12]. La fibra óptica en el acceso (FTTH) empezó ofreciendo una velocidad de treinta megabits por segundo, suficiente para contenidos en televisión de alta definición. Esta velocidad no ha hecho más que crecer desde entonces y la calidad es muy superior a la que se obtenía con el ADSL, el cable coaxial o los satélites VSAT. Una vez más, la tecnología transformó el negocio de las telecomunicaciones. La voz ya es solo una parte muy pequeña del tráfico que circula por la red, dominado por los contenidos de vídeo.

El cambio de estrategia comercial tuvo consecuencias organizativas. En 2013, la marca Imagenio cedió el paso a Movistar TV y el servicio Imagenio Móvil se convirtió en Movistar Go. Dos años después Telefónica adquirió la totalidad de las acciones de Canal+[13] y de esta operación nació Movistar+. Se procedió a la migración paulatina de los 1,7 millones de clientes por satélite de Canal+ al acceso por fibra, sumándose a los 1,8 que ya tenían contratada la televisión de pago de Telefónica. El servicio bajo demanda de Canal+, que se llamaba Yomvi se fusionó con Movistar Go y se integró como un elemento más de la oferta comercial de Movistar+.

Proyecto piloto de televisión IP Imagenio, 1999.



La fibra puede ofrecer contenidos con definición 4K, también llamada televisión ULTRAHD, que necesita una velocidad mínima de veinticinco megabits por segundo. Para poder disfrutar de las imágenes en esta definición también hay que actualizar el televisor y el decodificador. La última novedad en este terreno es el «desco» 4K que se conecta por wifi al *router*, en lugar de por cable. Esto facilita que la pantalla se ubique en cualquier punto de la casa y pueda recibir contenidos con esa calidad.

La evolución de la red móvil ha convertido a estos dispositivos en una alternativa para consumir vídeo en tiempo real desde cualquier punto. A finales del siglo xx, hubo un esfuerzo de los fabricantes y compañías operadoras por definir un estándar de televisión en teléfonos móviles. Telefónica colaboró en su elaboración y llegó a comercializar un piloto, pero las pantallas de los terminales eran muy pequeñas para

11 Telefónica, «Informe Anual 2006», p. 14.

12 Chema Alonso, «We are becoming a video company», nota de prensa de Telefónica, 20 de noviembre de 2013. Por entonces, contaba con seiscientos mil clientes en España.

13 «Telefónica formaliza la compra a PRISA del 56% de Canal+», *El País* (30 de abril de 2015).

Los decodificadores de Telefónica han evolucionado con la tecnología audiovisual, buscando un mejor diseño, menor tamaño y un consumo energético mucho más reducido.



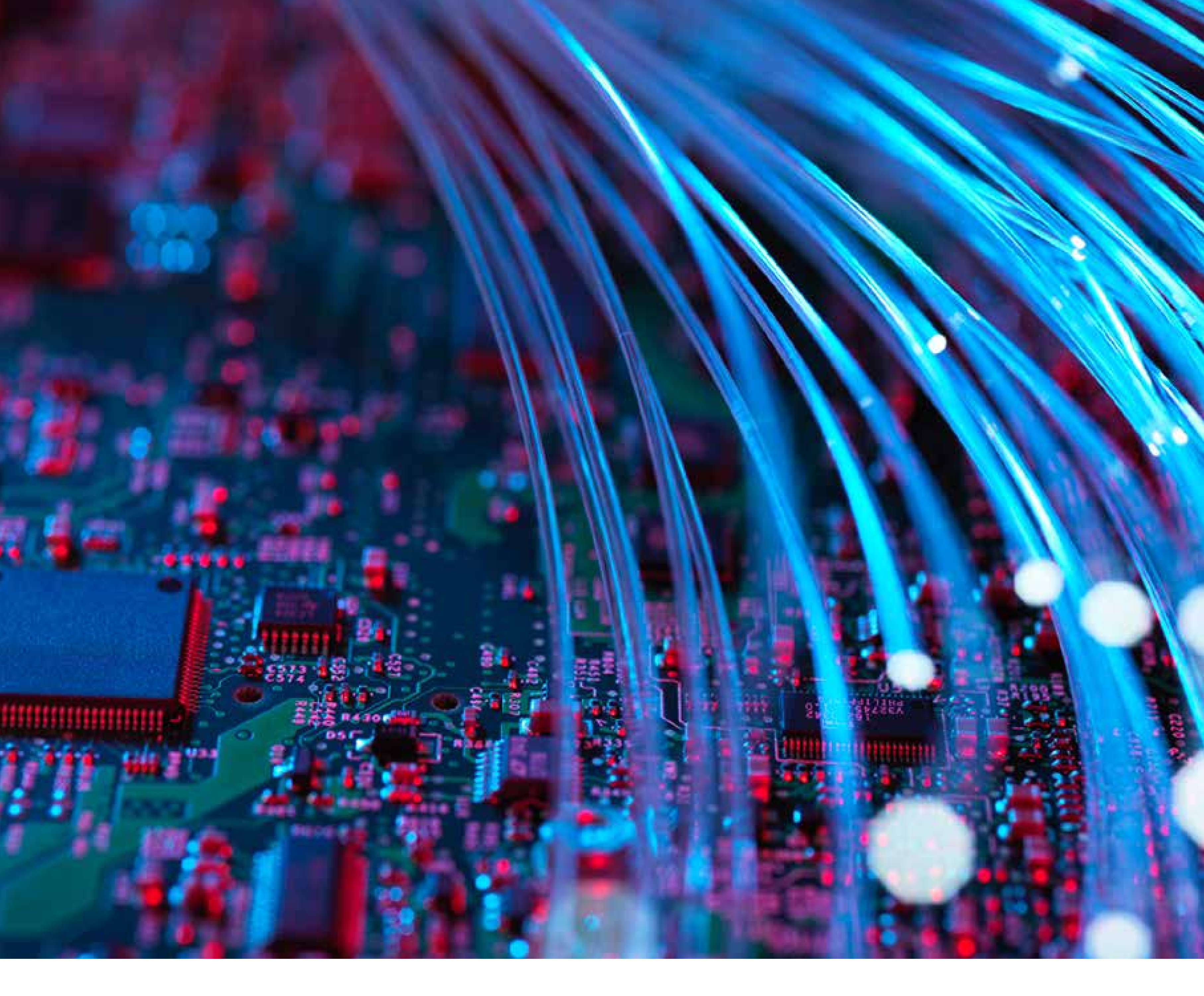
poder reproducir vídeo con la nitidez necesaria[14]. La velocidad de los datos tampoco resultaba suficiente para pensar en otro tipo de dispositivos. La introducción de los teléfonos inteligentes, con el *iPhone* en 2007 y todos los modelos que le siguieron, mejoró el primer problema de forma sustancial. Las pantallas ofrecían una experiencia satisfactoria para el espectador y la velocidad también dejó de ser una barrera a partir de 4G.

La infraestructura que soporta el servicio Movistar+ es muy compleja. El problema de ingeniería que hay que resolver es ofrecer más de cien canales a millones de clientes en modo interactivo. Los contenidos tienen que cargarse en los servidores, usando un procedimiento que se llama ingesta y hay que hacerlo a gran velocidad. Por ejemplo, la señal de un servicio de noticias como CNN que está llegando desde Estados Unidos se tiene que convertir al formato adecuado para que el cliente pueda verla en su televisor con un retardo inapreciable. Cada vez que el espectador cambia de canal, el *stream* o caudal de datos que recibe es diferente y corresponde al canal seleccionado. Los cambios tienen que hacerse de forma tan eficiente que el usuario no aprecie microcortes. Los contenidos no están en un único servidor, que se colapsaría con la cantidad de tráfico que tendría que manejar. Se distribuyen entre múltiples nodos de tal manera que el decodificador recibe los del que ofrece la mejor calidad en cada momento. La guía de programación se actualiza de manera continua. Los menús de navegación, que se manejan con el mando a distancia, son un campo de investigación muy activo, en el que intervienen ingenieros, diseñadores gráficos y psicólogos expertos en interacción hombre-máquina.

El consumo de contenido de vídeo, cada vez de mayor calidad y, por tanto, de mayor volumen de datos, es el principal reto al que se enfrentan las operadoras de telecomunicaciones. En 2017 el setenta y cinco por ciento de los datos que circulaban por Internet correspondían a vídeo y la cifra llegará al ochenta y dos por ciento en 2022, según datos de Cisco Systems[15]. El progreso de los accesos por fibra y las velocidades de la red móvil 5G abrirán el camino a nuevos servicios de vídeo para el consumo masivo, como la realidad virtual o videojuegos, cada vez más realistas y otras muchas aplicaciones interactivas que ahora mismo están por descubrir.

14
«Lideramos las pruebas del nuevo estándar de TV para móviles», *Somos*, n.º 5 (abril de 2008), p. 38.

15
Cisco Systems, «*Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022*, White Paper», (27 de febrero de 2019), en línea: https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html.



Tarjeta electrónica de un equipo de telecomunicaciones de finales del siglo xx.



12.

Innovación

Hay pocos sectores que hayan contribuido más al avance de la tecnología del siglo XX que las telecomunicaciones. Ninguna empresa puede sobrevivir sin innovación, esto ocurre así desde los inicios del negocio telefónico y la CTNE no podía ser ajena a esta realidad.

Mientras Telefónica fue una empresa del grupo ITT, la innovación llegaba desde los laboratorios de la empresa matriz en Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia. El Departamento de Ingeniería de la CTNE se encargaba de desplegar los nuevos equipos y productos en la red, pero no intervenía en su desarrollo. La integración vertical del negocio facilitaba la tarea. Todos los diseños salían de los tableros de dibujo de Standard, el brazo industrial de ITT, concebidos para un modelo de negocio uniforme en los países en los que operaban las filiales.

Este esquema tenía riesgos evidentes para las empresas operadoras, como la dependencia del suministrador y la situación de subordinación tecnológica a sus líneas de investigación. Cuando en mayo de 1945 el Estado adquirió el ochenta por ciento del paquete de acciones de ITT en la CTNE, las relaciones no se rompieron, sino que se firmó un contrato de asistencia técnica[1]. La estrategia de ITT estaba virando en ese momento hacia el abandono de la explotación de redes en favor del carácter industrial del grupo. La operación de nacionalización privó a ITT de la gestión directa del negocio de Telefónica, pero no del control tecnológico que le otorgaba su posición como suministrador único de equipos.

Esta situación empezó a mudar en 1966, cuando se creó el Centro de Investigación y Estudios (CIE), que tuvo como primera sede la planta 13 de Gran Vía 28[2]. En la memoria del ejercicio 1969 se encuentra la descripción de sus funciones:

> Sus actividades están orientadas a la aplicación de las modernas tecnologías y técnicas, así como al examen y estudio de desarrollos en sistemas, equipos, aparatos, componentes, materiales, métodos, etc. Durante el año 1969 fueron objeto preferente de los contenidos del Centro las siguientes tareas: tipificación y normalización de grandes centrales telefónicas automáticas nacionales [...], sistemas de comunicación para dotar de circuitos a las redes rurales, sistemas de modulación de impulsos, etc.[3]

La actividad del CIE era similar a la de sus homólogos de las compañías operadoras europeas por aquella época. Su principal cometido era ayudar a la evolución de la Compañía, asimilando las novedades técnicas para adaptarlas al mercado español. El Centro participó en el diseño de productos y servicios a los que se ha aludido en otras secciones, como el datáfono, IBERCOM y sistema de acceso rural por radio MAR. En estos proyectos, Telefónica contaba como socios tecnológicos con las empresas industriales que se habían desarrollado a su abrigo y en cuyo accionariado participaba, como las ya mencionadas Intelsa, Telettra España o CITESA.

Los recursos dedicados al CIE se potenciaron a partir de 1975 con el traslado a su sede en la calle Lérida de Madrid, donde pudo contar con laboratorios de primer nivel[4]. Fue allí donde se probó el primer enlace de transmisión por fibra óptica, como ya se ha explicado con anterioridad. En la memoria descriptiva del proyecto se encuentra la idea central de la doctrina sobre innovación de la CTNE durante ese periodo histórico.

> La política de CTNE ante cualquier novedad técnica, dentro del campo de las telecomunicaciones es siempre la de asimilarla, y no la de adquirirla fuera. Ni que decir tiene que la alternativa más fácil es siempre la segunda. Pero para CTNE no hay duda alguna de que, a medio o largo plazo, la más interesante, aunque más trabajosa y comprometida, es la primera, involucrando en ella a los suministradores habituales de CTNE, de manera que se pueda disponer de todo lo necesario en nuestro país, evitando al máximo dependencias tecnológicas exteriores.[5]

Esta concepción de autonomía tecnológica respondía a unas condiciones de mercado muy diferentes a las actuales. Telefónica podía actuar con su capacidad de demanda como prescriptor de la industria nacional, protegida por elevados aranceles. Los proyectos

1 Ángel Calvo, «Telefónica toma el mando. Monopolio privado, modernización y expansión de la telefonía en España, 1924-1945», *Revista de Historia Industrial,* n.º 32 (2006), pp. 69-98.

2 Testimonio de Antonio Castillo recogido por José Manuel de Prado en César Rico (coord.), *Crónicas y testimonios de las telecomunicaciones españolas*, vol. 2. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2006, p. 753.

3 CTNE, «Memoria 1969», p. 38.

4 CTNE, «Memoria 1975», p. 28.

5 *CTNE*, «Primer Sistema de Comunicación por Cable de Fibra Óptica en España», julio de 1980, Archivo documental de Telefónica.

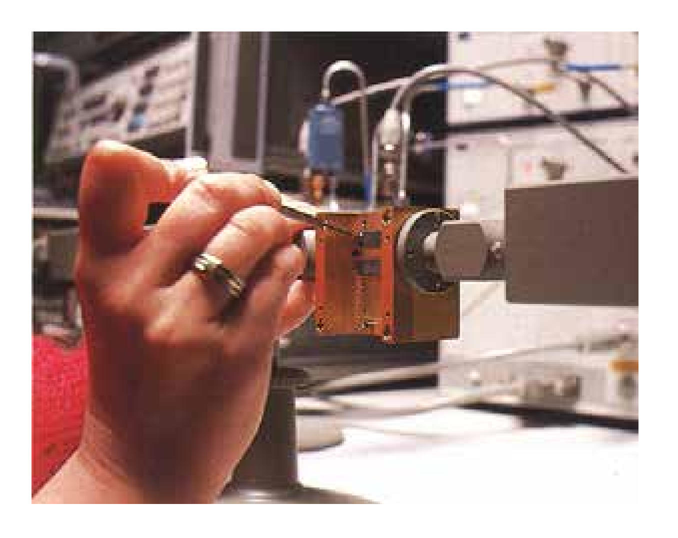
de desarrollo tenían un horizonte temporal de años y las amortizaciones de los equipos se calculaban previendo décadas de uso.

Estas circunstancias explican la creación de la RETD/IBERPAC o el envío a Estados Unidos de un equipo de ingenieros del CIE en 1978 para trabajar en los laboratorios de ITT en el desarrollo del sistema *1240*. Telefónica se encontraba al nivel técnico de las mejores operadoras del mundo y empezaba a prepararse para lo que se vislumbraba en un futuro próximo, la liberalización.

La voluntad de excelencia tecnológica impulsó la línea de desarrollo de microelectrónica, básica para cualquier equipo de telecomunicaciones. Las memorias de los ejercicios 1979 y 1980 recalcan la importancia que tenían estos componentes para Telefónica. En julio de 1986, se constituyó la sociedad ATT Microelectrónica España, con participación de Telefónica. Se construyó un centro de investigación y fabricación en Tres Cantos (Madrid). La fábrica entregó los primeros *chips* al año siguiente:

> El primer chip de *ATT ME* ha sido diseñado en Madrid por dos técnicos españoles, quienes han utilizado los equipos del Centro de Diseño instalado en nuestro país, que están conectados punto a punto con las bases de datos de *ATT* en Allentown. Realizada de acuerdo con las especificaciones dictadas por *Telefónica*, el chip es un tarificador general de impulsos, que podrá integrarse en las centrales públicas de la Compañía.[6]

En 1983 se planeó construir un Centro de Investigación y Desarrollo en la avenida de Arturo Soria, de Madrid, y la revista *QP* publicó la noticia junto con la fotografía de una maqueta, que no es la del proyecto



Equipo de precisión de comunicaciones ópticas de finales de los años ochenta en el laboratorio de Telefónica I+D. Folleto informativo «Telefónica Investigación y Desarrollo», 1989.

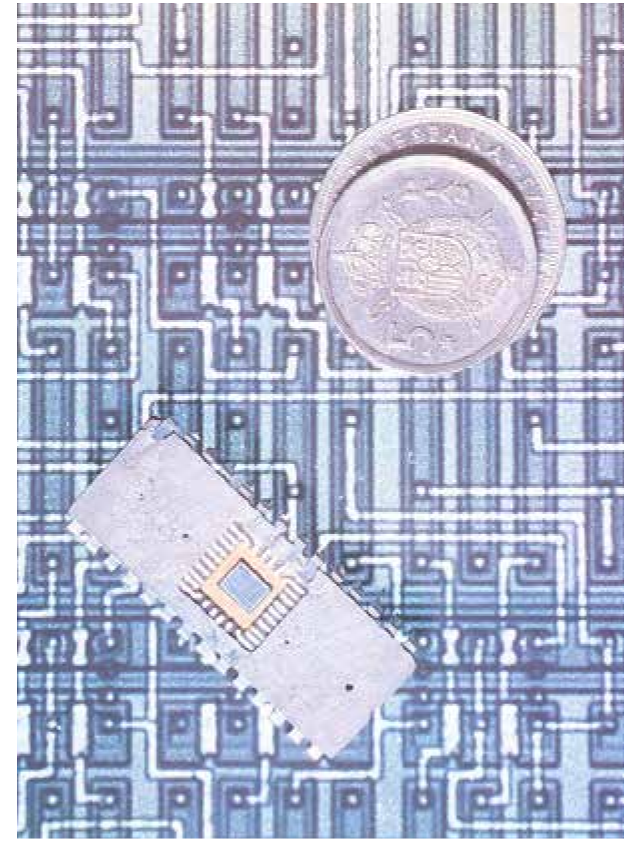


Imagen del primer circuito integrado diseñado por Telefónica para nuevos modelos de teléfonos públicos, «Memoria de 1980».

6 «ATT entrega a Telefónica el primer chip español», *Hilo Directo*, n.º 1 (febrero de 1987).



Laboratorio de caracterización
de materiales de Telefónica I+D.

Detalle del sistema *MORE PC-1000* para la modernización de las centrales *Pentaconta*, que empezó su despliegue comercial en 1995 (Javier García Algarra). El diseño del equipo, *hardware* y *software* fue obra de Telefónica I+D, la fabricación e instalación se encomendó a Alcatel y Amper.



definitivo. De nuevo aparecía la idea de la autonomía tecnológica:

> Nace este centro bajo el principio de una continua innovación tecnológica, buscando, en la medida de lo posible, independizarse de aquellas que llegan del exterior. Es decir, la creación de unos modernos laboratorios a la altura de los países más avanzados en el área de las telecomunicaciones.[7]

El proyecto tomó impulso en 1986, con la firma de un acuerdo de cooperación y transferencia de tecnología con Pacific Telesis, una de las empresas resultantes de la división de AT&T. Las obras de lo que entonces se llamaba el CID empezaron ese año.

En 1988 empezó a funcionar la empresa Telefónica I+D (TID), a la que se traspasaron los activos y el personal del CIE, y en 1990 se inauguró el edificio de Avenida de América, Madrid. El número de empleados, de alta cualificación, llegó a superar el millar. Las principales líneas de trabajo eran la modernización de la red (conmutación, radio y datos), microelectrónica y sistemas de operación.

De los laboratorios de TID salieron productos muy conocidos por el público, que ya se han mencionado en este libro, como el servicio de acceso a Internet InfoVía, el diseño del piloto de Imagenio o el Teléfono Público Modular. También se concibió toda la infraestructura de *España Directo*, el servicio internacional de llamadas a cobro revertido, el sistema de modernización *MORE*, que alargó la vida de casi tres millones de líneas electromecánicas hasta 2012, o el conmutador *TESYS B*. Telefónica I+D fue además el principal actor para el retorno industrial en los programas de cooperación en telecomunicaciones financiados por la Unión Europea, a los que España tenía derecho desde el 1 de enero de 1986.

Telefónica I+D contribuyó también a la digitalización de la red de Telefónica con sistemas de operación, de facturación, de planificación o de gestión de averías. Fue una de las herramientas que ayudaron a la expansión internacional del grupo con centros en São Paulo y Chile que se sumaron al original de Madrid y los de Boecillo (Valladolid), Barcelona, Huesca y Granada.

Con la llegada del siglo XXI se produjo un cambio de paradigma en la innovación de todas las empresas tecnológicas. La globalización alteró las reglas de juego. Las industrias nacionales resultan inviables, los

7 «Telefónica crea su Centro de Investigación y Desarrollo», *QP: Revista para los Empleados de la Compañía Telefónica*, n.º 195 (junio de 1983), pp. 3-4.

productos son globales y la competencia no solo es a escala mundial sino transversal, contra empresas de diferentes sectores y enormes recursos. Esta transformación de las condiciones del negocio resultó aún más evidente para empresas como Telefónica que habían pasado en poco tiempo de operar una red bajo monopolio a dar servicio en libre competencia en mercados tan dispares como Brasil, El Salvador o Alemania.

El modelo de innovación del sector de las telecomunicaciones que había establecido AT&T en los inicios del siglo XX se basaba en acometer todos los desarrollos con recursos y talento internos[8]. Se esperaba que las ideas surgiesen dentro de las empresas y que los conocimientos más valiosos no fluyesen libremente hacia el exterior.

En 2003, el profesor Henry Chesbrough publicó *Open Innovation*, uno de los manuales más influyentes en teoría de la innovación de los últimos veinticinco años[9]. La diferencia con la «innovación cerrada» tradicional es, según el autor, el uso consciente de los flujos de conocimiento tanto de entrada como de salida para acelerar el proceso de innovación. ¿Cuál es la traducción práctica de esta idea?

El mundo es muy grande, diverso y conectado. Ninguna empresa puede aspirar a tener en plantilla a los mejores expertos del campo que sea para generar ideas. Estas surgen en cualquier lugar, las empresas deben salir a buscarlas. Pueden ser un producto mínimo viable de una *startup* (una mini empresa dedicada a desarrollar una idea innovadora), un servicio local que puede globalizarse o una novedad tecnológica. Si la idea es buena y la empresa la industrializa de forma adecuada puede convertirse en un producto de éxito. Un ejemplo es el sistema operativo *Android* de Google, que nació en una pequeña compañía adquirida por el gigante californiano. Pero también puede ocurrir que un producto nacido en una organización cobre valor por sí mismo y se venda o se transfiera a una nueva compañía que es capaz de extraer más valor de él. Un ejemplo que se ha citado al hablar de la transmisión de datos en España fue la empresa Goya Servicios Telemáticos, creada por los pioneros de Internet en la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, lo que se conoce en la jerga organizativa como *spin-off*.

La estrategia de innovación de Telefónica evolucionó hacia este modelo, en el que la innovación ya no era solo responsabilidad de la unidad de I+D, sino que tenía que permear toda la organización. En el año 2004, se definía así:

> Para Telefónica, la innovación es el proceso de transformar las ideas en productos y servicios rentables y/o en mejores procesos. [...] El foco se sitúa en las necesidades del cliente. Para satisfacerlas, la estrategia del Grupo contempla alianzas con otros líderes del sector de las comunicaciones, un plan de objetivos para los profesionales de la plantilla y, por último, comunicaciones periódicas con la comunidad inversora. [...] A día de hoy la cartera de Telefónica está compuesta por 3032 registros, de los que 1787 son patentes y 1245 derechos de la propiedad intelectual.[10]

La diferencia con respecto a la declaración de 1980 es radical. La técnica deja de ser el foco, desplazada por los conceptos cliente, rentabilidad y explotación de la propiedad intelectual. La autonomía

8 Henry Chesbrough, «Managing open innovation», *Research-Technology Management,* vol. 47, n.º 1 (2004), pp. 23-26.

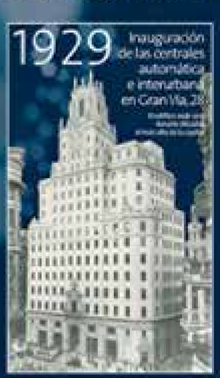
9 Henry Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Brighton: Harvard Business Press, 2003.

10 Telefónica, «Informe anual de responsabilidad corporativa 2004».

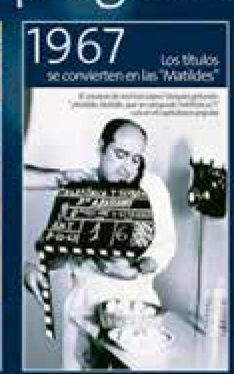


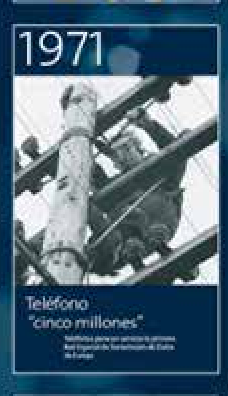


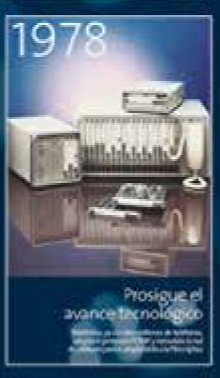


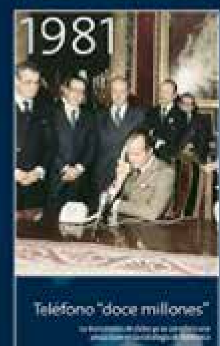














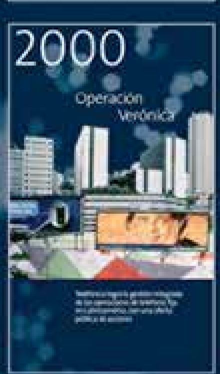










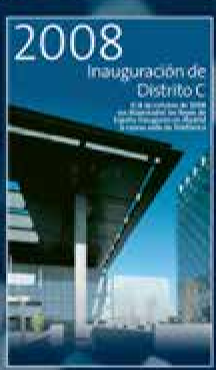


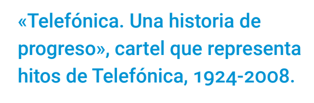


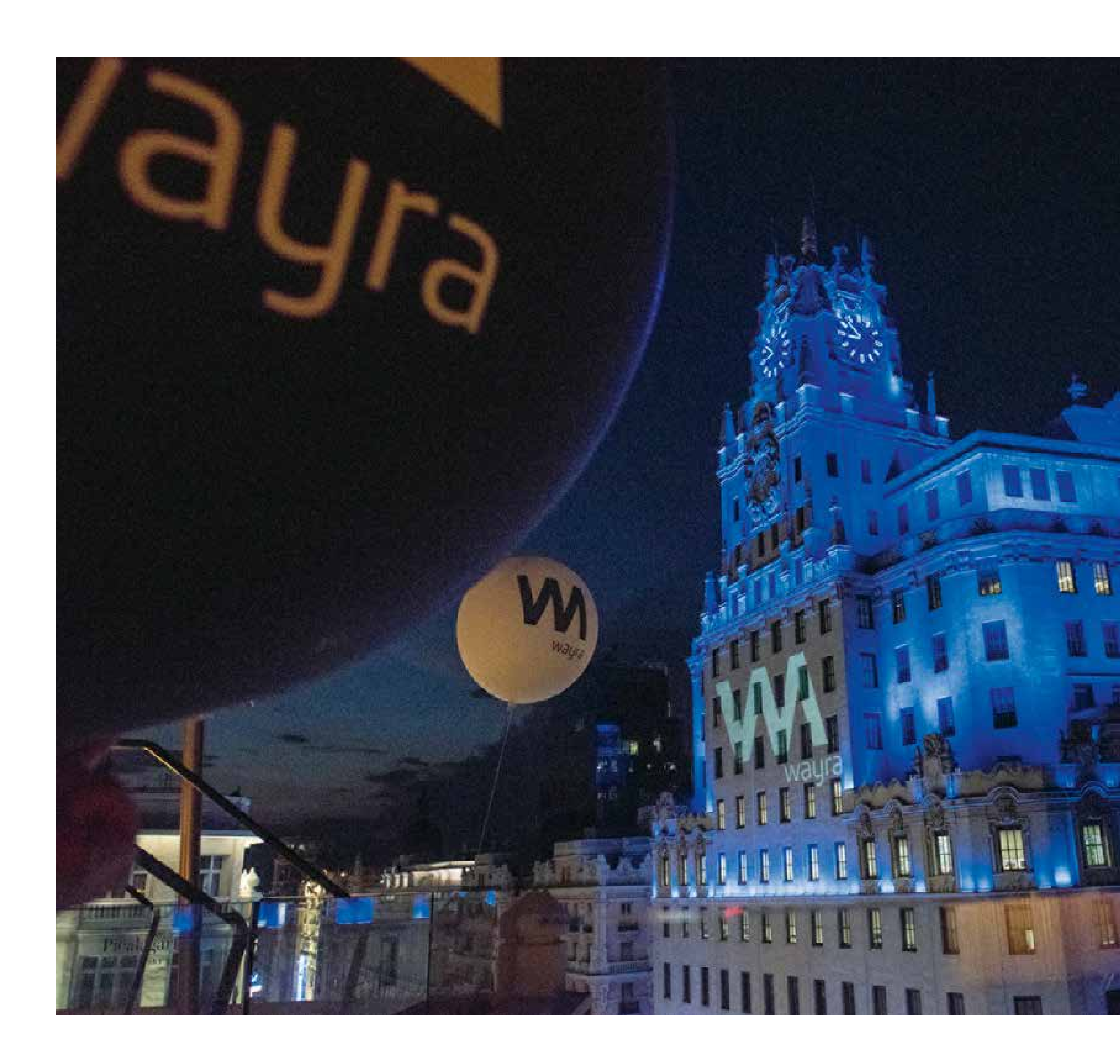









«Telefónica. Una historia de progreso», cartel que representa hitos de Telefónica, 1924-2008.



wayra
wayra
wayra



Proyección de la nueva marca de Wayra sobre el edificio de Telefónica el día del relanzamiento de la marca, septiembre de 2018.



Entrada al espacio de trabajo de Wayra en la planta octava del edificio de Gran Vía.

tecnológica ha desaparecido del enunciado y se abre el camino para las alianzas y la colaboración con otros actores.

Este cambio se refleja en la presencia de Telefónica en nuevos ámbitos de actividad. En 2011 se creó Wayra, una aceleradora de *startups*. Con esta figura, una gran empresa selecciona de entre una gran cantidad de posibles ideas externas, aquellas que tienen más posibilidades de llegar a convertirse en un producto y les ofrece espacio físico, financiación y apoyo organizativo. No era imprescindible que esas ideas tuviesen una aplicación directa en el negocio central de la empresa que financia la aceleradora, sino que tuviesen valor por sí mismas al crear un ecosistema de innovación abierto en el que identificar oportunidades de negocio y talento. Wayra

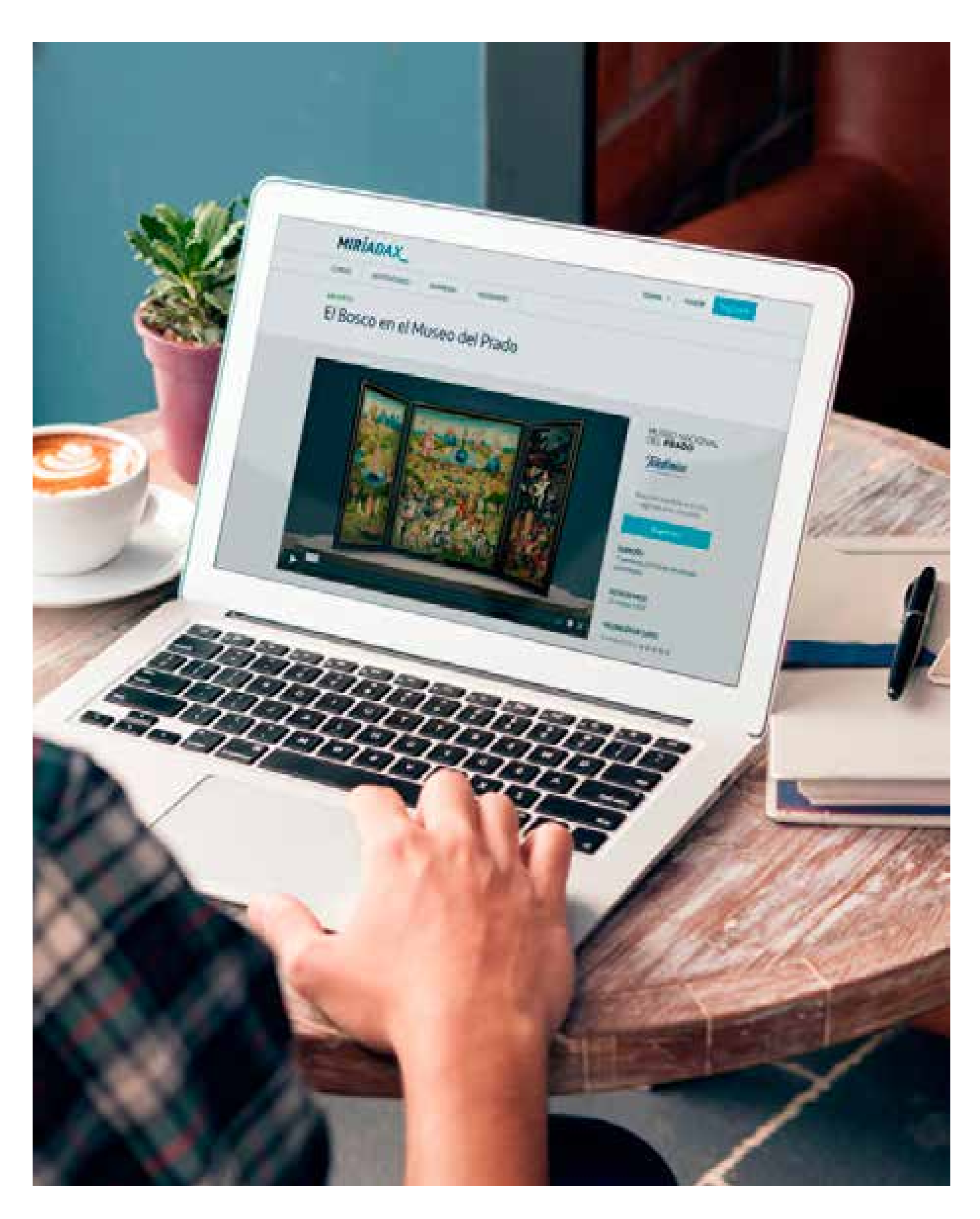
MOOC «El Bosco en el Museo del Prado», obtuvo récord histórico de inscripciones en un curso de temática cultural y museística.

se organizó mediante academias o sedes en los distintos países en los que opera Telefónica y el único requisito que se pedía es que las ideas estuviesen relacionadas con las tecnologías de la información. La primera que se abrió fue la de Colombia, la sede en España se abrió en la octava planta de Gran Vía. Wayra ha evolucionado su propuesta de valor hasta convertirse en el *hub* de innovación abierta mas global, conectado y tecnológico del mundo que invierte en *startups* maduras que aporten innovación a Telefónica y a su red de clientes.

Directamente inspirada por la idea de Chesbrough nació en 2013 Telefónica Open Future, para aglutinar las colaboraciones con instituciones públicas y privadas con foco en innovación y emprendimiento.

La actividad se organiza en una red global de espacios denominados *Hubs Open Future*. El de Madrid se sitúa en la planta 8 de Gran Vía 28, donde «compartirás con 20 *startups*, mentores, expertos y acceso a *networking*, el proyecto de incubación con periodos de 4 a 8 meses»[11].

La característica de Open Future es la colaboración con instituciones como gobiernos autonómicos, ayuntamientos, universidades u otras empresas, que ofrecen espacios, financiación y asesoramiento. Así, por ejemplo, la Junta de Andalucía promueve el espacio «El Cubo» en el Parque Tecnológico de La Cartuja, o el gobierno de Reino Unido ha creado una aceleradora de ciberseguridad a través de la NCSC (National Cyber Security Center). Open Future apoya proyectos de naturaleza tecnológica como aplicaciones de *blockchain*, inteligencia artificial, ciberseguridad o realidad virtual. La participación se organiza a través de retos para resolver problemas concretos, para los que se espera recibir



11 https://www.openfuture.org/hubs/gran-via-espana-open-future.

propuestas; las seleccionadas reciben apoyo y financiación para desarrollarse.

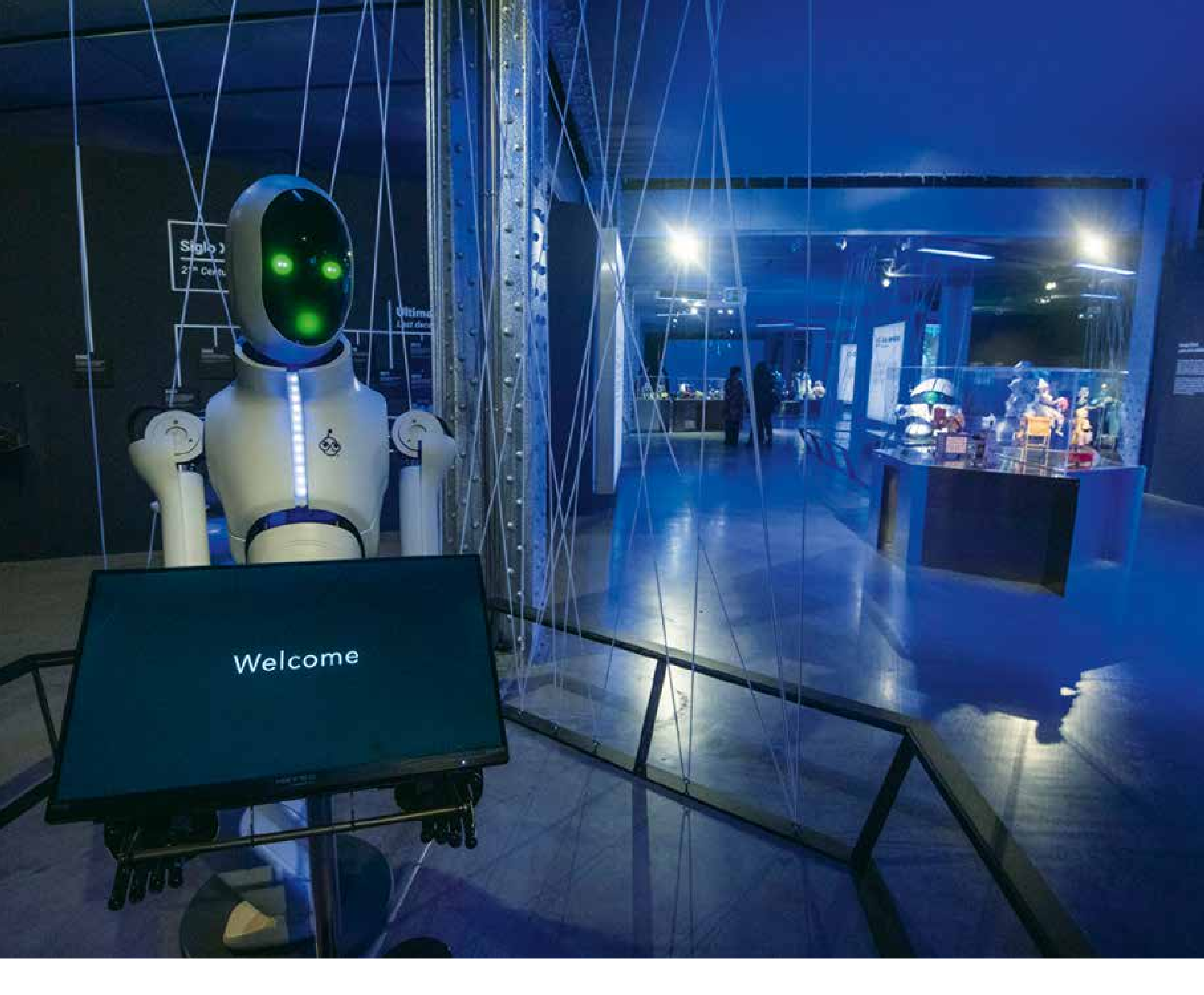
Otra rama de actividad del área de innovación es la participación en *startups* prometedoras, siguiendo el paradigma de innovación abierta con Telefónica Innovation Ventures, el vehículo de inversión corporativo de Telefónica a través del que invierte y construye alianzas estratégicas con *startups* y fondos de *venture capital*. Dos ejemplos destacados son la *app* de venta de objetos de segunda mano Wallapop y la firma de cartografía para *Big Data* CartoDB.

En la sociedad del conocimiento, la formación es el activo más valioso. La innovación ya no es solo una cuestión tecnológica u organizativa, tiene que estar presente en todas las áreas de actividad de una empresa, incluyendo la gestión del talento. Telefónica fue pionera en el auge de los cursos en línea abiertos (MOOC), a través de la plataforma MiríadaX, que cuenta en la actualidad con seis millones de alumnos y más de cien instituciones académicas asociadas.

Uno de los inconvenientes de la fluidez del mercado es perder la visión innovadora a medio y largo plazo, un riesgo que corren todas las empresas. Para evitarlo Telefónica incorporó un grupo científico en Telefónica I+D y posteriormente creó Telefónica Alpha, con sede en Barcelona. Alpha se dedica a desarrollar *moonshots* (disculpe el lector la proliferación de anglicismos en este capítulo) o ideas visionarias que ayuden a cambiar la sociedad, como la aplicación de la inteligencia artificial a la mejora de la calidad de vida de pacientes crónicos o la compartición de energía eléctrica autogenerada en zonas rurales.[12]

En 2019, Telefónica ha implantado a través de Fundación Telefónica la primera academia 42, una escuela de programación que sigue el revolucionario modelo de aprendizaje creado en Francia en 2013 por Xavier Niel. Se basa en el aprendizaje por pares, no hay clases ni profesores al uso, sino un temario que va evolucionando por niveles y retos. Las clases son gratuitas y el proceso de selección es exigente dada la gran cantidad de candidaturas que se reciben.

12
Esther Paniagua, «Alpha, la empresa de Telefónica que apunta a la luna», *Retina* (28 de abril de 2018).



Un robot recibe al visitante de la exposición «Nosotros, robots» en el Espacio Fundación Telefónica, 2018. Utopía tecnológica entre las columnas de acero de la estructura del rascacielos.

13.

Siglo XXI

El reloj tecnológico avanza a tal paso que el título de este capítulo abarca un periodo demasiado grande. A principios de 2001 no usábamos teléfonos inteligentes, el ADSL empezaba su expansión, la fibra hasta el hogar no pasaba de ser una promesa y la televisión IP estaba aún en fase de pruebas. Todos estos desarrollos se han tratado en capítulos precedentes, así que este se centra en las tecnologías más novedosas. Es seguro que cuando se lea dentro de unos años, todas ellas habrán quedado obsoletas y serán sustituidas por otras que ahora se estarán creando en los laboratorios. Así ha ocurrido en el pasado y es difícil imaginar que en el futuro no se cumpla esta ley.

En 2019, el proceso de sustitución del cobre por la fibra óptica es imparable. A principios de la década,

En 2008, los módems USB eran una tecnología revolucionaria que permitía conectarse a Internet con un ordenador portátil. Durante un periodo muy breve reinaron los *netbooks*, pequeños portátiles con pantalla de diez pulgadas, muy ligeros, que permitían navegar desde cualquier sitio. Fueron barridos de la escena por los teléfonos inteligentes. En solo una década, una tecnología emergente puede haberse convertido en obsoleta.

Dispositivo de seguimiento GPS realizado por IoT para el Movistar Medio Maratón de Madrid en 2018.





Telefónica decidió llevar la fibra hasta cada domicilio (FTTH), cuando en otros países europeos se estaban adoptando soluciones menos radicales que conservaban el cobre en el último tramo. Estas últimas tenían la ventaja de requerir menos inversión y una obra civil más simple, pero el rumbo que tomó entonces Telefónica se demostró acertado. Hoy España es el primer país europeo por densidad de accesos de fibra en el hogar y el tercero si se incluyen en la estadística soluciones mixtas como FTTB *(Fiber To The Block)*[1]. La decisión supuso construir una red completamente nueva, un reto equivalente al de 1924. En la actualidad, se trabaja en extender la fibra a entornos rurales, en una secuencia que es recurrente en la historia de este tipo de despliegues. Las comunicaciones son uno de los elementos básicos para fijar la población y hacen posible el teletrabajo o la implantación de empresas fuera de los principales núcleos de actividad económica.

Uno de los cambios más interesantes que están ocurriendo ahora mismo es la digitalización de los objetos, lo que configura el «Internet de las Cosas» (*IoT: Internet of Things*). En los inicios de Internet solo se conectaban grandes ordenadores de instituciones educativas o científicas, en los años noventa del siglo xx lo hicieron los ordenadores personales y ya en este siglo los teléfonos móviles. Ahora también se conectan algunos relojes de pulsera (*smart watches*), las alarmas antirrobo, los coches, la aspiradora y un sinfín de equipos. Esto no llama mucho la atención, porque ya damos casi por sentado que la conectividad es una propiedad de cualquier sistema electrónico. Lo que resultará más sorprendente es saber que también pueden hacerlo un pañal inteligente que envía una alarma cuando el bebé lo ensucia, una papelera o un contenedor de basuras al llenarse, la etiqueta de una prenda de vestir que comunica datos

1 *FTTH Council Europe*, marzo de 2019.

La primera vuelta al mundo en una moto conectada fue terminada en agosto de 2016 por Hugo Scagnetti, empleado de Telefónica.



al fabricante o un sensor en un animal de granja que tiene una temperatura elevada.

La combinación de electrónica y sensores miniaturizados de muy bajo consumo, junto a soluciones de conexión muy eficientes, permite implantar dispositivos en casi cualquier entorno: sanidad, agricultura, industria, transporte… Estos equipos generan un gran caudal de datos, que puede aprovecharse con técnicas de análisis *Big Data*. Son centenares de miles de millones de dispositivos conectados en potencia, un reto técnico de dimensiones épicas.

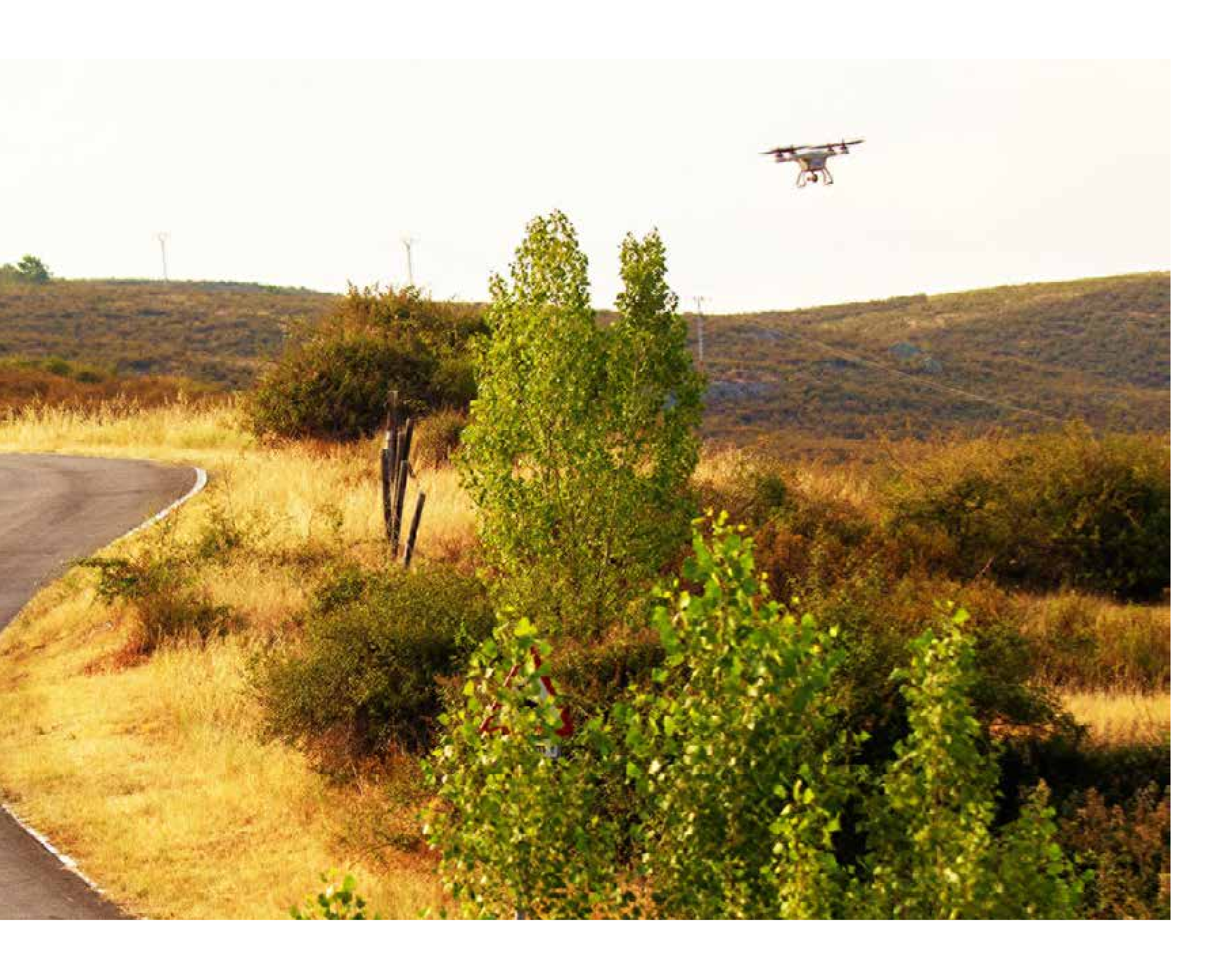
Telefónica está ya ofreciendo productos *IoT*. Uno de los primeros campos de aplicación desde hace tiempo es la logística. Los clientes pueden realizar un seguimiento en tiempo real no solo de las flotas de transporte o de los niveles de *stock* en cada punto intermedio de almacenaje, sino de cada envío particular. Algo similar sucede con la gestión de los equipos de trabajo, para facilitar la labor del personal de mantenimiento, comercial o de servicios, que invierte gran parte de su tiempo en desplazamientos.

Un sector con un gran futuro en el empleo de *IoT* es la gestión de generación y distribución de energía. La recogida de datos detallados de consumo ayuda a identificar ineficiencias y a corregirlas en un momento en que la preocupación por el medio ambiente es máxima.

Otra de las soluciones de Telefónica se centra en el mundo del comercio. Las tiendas inteligentes son el futuro de los comercios físicos, que tienen que afrontar la competencia de las plataformas de comercio *online*. Para poder sobrevivir en la economía digital necesitan ofrecer una experiencia de cliente que compense sus debilidades. Por ejemplo, si por medio de sensores de presencia o táctiles, se ha detectado

Piloto del Sistema IoT de aviso de riesgos en carretera: solución desarrollada por la DGT, Telefónica, Seat, Aeorum y Ficosa para mejorar la seguridad en carretera, gracias a las nuevas soluciones de conectividad móvil y al «Internet de las Cosas».







**Minibús autónomo en Talavera de la Reina, Toledo, 2018.
La red 5G se usó para transmitir contenido multimedia y para la comunicación con semáforos inteligentes.**

que determinado cliente está interesado en un producto, podría recibir recomendaciones en su móvil de otros artículos relacionados, como sucede en las tiendas *online*. También se pueden reducir los tiempos de espera en cajas y probadores, personalizar la oferta de cada tienda en función del perfil habitual de sus visitantes y enviar promociones al cliente durante la visita.

Las comunicaciones móviles se encuentran en el comienzo de la transición a 5G, esto es, la quinta generación de estándares. ¿En qué se diferencia 5G de 4G? Hay un primer cambio obvio, que es la velocidad. Con 5G se puede disfrutar de vídeo de alta definición en los teléfonos, porque la velocidad de descarga es similar a la de la fibra óptica doméstica de hoy. Esta propiedad va a cambiar los hábitos de consumo *online* y obligará a adaptarse a las plataformas de distribución de contenidos.

Otra mejora aún más importante es la reducción de la latencia. Es un concepto que entienden muy bien los aficionados a los videojuegos en red pero no tanto el resto del público. Se trata del tiempo que tarda en reaccionar la red a una petición, que se reduce desde los veinte milisegundos a un milisegundo. Puede que veinte milisegundos no parezca una cifra elevada, pero no es suficientemente baja para aplicaciones que requieren una reacción casi instantánea, como la conducción remota de un vehículo o una intervención quirúrgica a distancia. Con latencias tan reducidas se pueden tener, por ejemplo, sistemas de control industriales que manejen los equipos de factorías situadas en diferentes ubicaciones o un centro único que controle todos los semáforos de una ciudad para optimizar el tráfico en cada instante.

La red 5G es la que va a permitir conectar la enorme cantidad de sensores de la *IoT* y transportar todos los datos que producen. Cada una de las aplicaciones que soporta tiene sus particulares requisitos de fiabilidad, velocidad y latencia. No es lo mismo el sensor de condiciones atmosféricas de una plantación de naranjos que envía datos una vez al día que los de un dron contra incendios forestales controlado a decenas de kilómetros de distancia. Esto resulta posible por un mecanismo llamado *network slicing*, que permite establecer múltiples redes virtuales sobre una misma infraestructura de comunicaciones.

Para conseguir todos estos avances, se han incorporado tecnologías novedosas en toda la red: antenas capaces de conseguir haces de cobertura muy precisos, procesadores muy potentes en los nodos y lo que se denomina *edge computing* o capacidad de tratar los datos muy cerca del origen, en lugar de hacerlo todo desde un nodo central. Esto último resultaría imposible con el volumen que se maneja y además hay un límite físico insuperable, la velocidad de la luz. En un milisegundo, la luz viaja trescientos kilómetros, por lo que, si necesitamos latencias de ese

Las soluciones IoT basadas en drones constan de *hardware* (cámaras ópticas, térmicas o sensores de radiación), conectividad móvil (3G ó 4G de Telefónica) que permite enviar en tiempo real los datos recogidos y una plataforma que recibe y procesa los datos.



orden, el procesador de la información crítica deberá estar como mucho a ciento cincuenta kilómetros de distancia.

En otoño de 2019, 5G se encuentra en todo el mundo en fase de pruebas de campo. Telefónica obtuvo en marzo uno de los dos proyectos piloto promovidos por el Ministerio de Economía. El proyecto ha arrancado en septiembre en Galicia, con una duración prevista de veinticuatro meses. Incluye ocho casos de aplicación, descritos así en la nota de prensa oficial:

- Asistencia a la conducción en el túnel de O Cereixal (Lugo) para probar nuevos servicios que mejorarán la seguridad de los vehículos por el túnel (aviso de condiciones meteorológicas a la salida o anomalías en el interior, entre otros).
- Servicio de Movistar Fusión sobre acceso fijo radio 5G (en Vigo) como solución alternativa a la fibra en entornos urbanos y rurales.
- Supervisión de la infraestructura ferroviaria con Adif e Ineco (en Orense) utilizando drones con cámaras que recogen imágenes de las vías para facilitar su inspección y mantenimiento.
- Industria 4.0, enmarcada en el plan de digitalización de Navantia Astillero 4.0, para asistencia técnica remota a las máquinas en producción con realidad aumentada y modelos 3D.
- Producción de eventos deportivos con el Deportivo de A Coruña y la solución TV5G en el estadio de Riazor [...] para dar cobertura a la retransmisión profesional y al usuario vía 5G.
- Exploración y diagnóstico oftalmológico remoto en tiempo real mediante la captura de imágenes en alta resolución en colaboración con el centro Internacional de Oftalmología Avanzada del doctor Fernández-Vigo en Vigo.

Aparte de este gran piloto, Telefónica tiene también acuerdos de aplicación 5G con grandes empresas. Con Seat se están probando sistemas de conducción asistida con el estándar C-V2X. Los automóviles van a tener capacidad de interactuar con la señalización inteligente. Así, si un semáforo detecta que hay peatones cruzando, envía una señal a los vehículos próximos o también puede avisar del tiempo que falta para pasar a rojo. Con Banco Santander se desarrollan pruebas para la oficina bancaria del futuro, con videoconferencia 4K, pruebas de realidad inmersiva y *edge computing*.

La convergencia de *IoT* y 5G favorecerá la extensión del concepto de ciudades inteligentes, en las que

las infraestructuras urbanas se dotan de capacidad de proceso y comunicación. Esto facilitará la mejora del tráfico, de la calidad del aire y de la seguridad, mejorando la vida de sus ciudadanos.

Un tercer vector de innovación de la Telefónica actual son las técnicas de inteligencia artificial y de procesamiento masivo de datos. Los negocios digitales necesitan basarse en datos y una compañía operadora de telecomunicaciones genera una cantidad ingente. Frente a esta capacidad está la necesidad de conservar la privacidad y también está en la historia de Telefónica proteger el secreto de las comunicaciones. Conjugar estas dos necesidades fue el origen de la iniciativa Cuarta Plataforma para que el cliente se beneficie de esos datos mediante servicios más intuitivos. En 2018 se presentó el asistente inteligente *Movistar Home*, que utiliza la plataforma *Aura* desarrollada por la empresa. Las aplicaciones de la inteligencia artificial son cada día mayores tanto para las relaciones con los clientes como para la gestión de las infraestructuras.

Los servicios de empresa siempre han sido uno de los campos de innovación más activos desde la creación de la *Red Especial de Transmisión de Datos* hace ya medio siglo. La conectividad ya no es lo único que demandan las empresas. Hay otros factores que cobran cada vez más importancia, como la seguridad. La cooperación y la buena voluntad fueron la norma entre los escasos usuarios académicos de la Internet primitiva. Esto cambió cuando pasó a ser en un servicio de consumo masivo y apareció la ciberdelincuencia. Los activos digitales deben protegerse contra usuarios maliciosos y se desarrollan herramientas y procedimientos cada día más potentes para protegerlos. Suelen tener nombres oscuros para los no iniciados como *hacking* ético, *red team* o análisis forense, pero son imprescindibles para el funcionamiento de la economía.



Asistente inteligente Movistar Home.

Otro servicio que ya es una realidad cotidiana es el *cloud computing*, «la nube» en el lenguaje común. La capacidad de cómputo que necesita una empresa no es constante. Una tienda *online* tiene picos de demanda en Navidad, mientras que el sistema de matriculación de una universidad los experimenta en julio o septiembre. Si cada organización tiene sus propios equipos, desaprovecha su capacidad la mayor parte del tiempo, pero si usan una infraestructura compartida pueden obtener mejores precios y rendimientos. A partir de aquí, se ofrecen servicios mucho más elaborados que facilitan la eficiencia de las operaciones de este tipo de clientes.

Además de estos avances basados en las últimas tecnologías, la innovación permite que servicios con una larga historia sigan en activo. El *Hilo musical* de los años setenta tiene un descendiente llamado *Hilo musical spotmusic* que se dirige al mundo de la distribución comercial. Las antiguas centralitas, que manejaba personal dedicado de las empresas, son ahora

Equipo de conducción remota con conectividad 5G.



sistemas virtualizados en la nube, dotados de inteligencia artificial. Pueden funcionar sin intervención humana. Los SMS, que vivieron una época de esplendor a principios de siglo, empezaron a declinar con la aparición de las aplicaciones de mensajería instantánea. Parecían condenados a la desaparición, como el buscapersonas o el locutorio móvil, pero en 2019 viven una segunda juventud convertidos en aplicación de empresa. La plataforma de Telefónica permite el envío seguro de este tipo de mensajes en aplicaciones tan críticas como la autenticación en dos pasos.

La capacidad tecnológica ha sido una de las características históricas de Telefónica y eso ha exigido inversión y esfuerzo sostenidos en el tiempo. Para seguir compitiendo en el mundo digital no hay mejores alternativas.


movistar
Compartida, la vida es más.
movistar
Compartida, la vida es más.



14.

Gran Vía hoy

¿Qué papel desempeña hoy el edificio de Gran Vía en Telefónica? Aparte de su condición de icono, ¿qué funciones ha conservado, cuáles perdió y qué nuevos usos acoge? Para responder, hay que conocer sus vicisitudes arquitectónicas.

Las obras concluyeron a finales de 1929 y en 1930 funcionaba a pleno rendimiento. En la parte posterior del solar se conservaba, empequeñecida por la escala del nuevo edificio, la central provisional con fachada a la calle Fuencarral. Esta construcción auxiliar perdió su función al trasladarse los equipos *Rotary* al rascacielos. Se tendría que haber derribado para completar el proyecto original, pero el año 1929 terminó con el *crack* de Wall Street, al que siguió una crisis con fuerte caída de la demanda[1]. Esta solo empezó a repuntar hacia 1935. No hubo necesidad de instalar más líneas

Telefónica *Flagship Store*, un paso más allá en la experiencia de compra.

y por eso la central provisional sobrevivió reconvertida en centro de formación de Telefónica.

Durante la guerra, el rascacielos sufrió daños importantes en las fachadas, en especial la que da a la calle Valverde, pero no se vio comprometida su estructura y nunca se suspendió el servicio[2]. La reparación completa de los daños, junto con el derribo de la provisional para completar el proyecto primigenio, motivaron la primera gran reforma. La dirigió José María de la Vega Samper, que contó con la colaboración de Paulino Gayo. Ambos eran arquitectos de la primera época de la CTNE. Se respetó al máximo el original; los planos de licencia de obras, presentada en 1951, están firmados por Ignacio de Cárdenas. Las obras concluyeron en 1956.

Transcurrieron tres décadas sin cambios importantes, hasta que en 1986 se decidió acometer una transformación integral. Los cambios en la tecnología y en el negocio así lo demandaban[3]. El proyecto fue obra de Andrés Perea Ortega, que había reformado el monumental Hospital de Jornaleros de Antonio Palacios.

En el exterior hubo pocos cambios, concentrados en la torre y la azotea, en la que se reordenaron las antenas, situando las parabólicas en un punto que las hacía menos visibles desde la Gran Vía. El interior sí experimentó cambios radicales provocados por la evolución de la tecnología. Cuando empezaron las operaciones en 1929, trabajaban en Gran Vía cerca de tres mil empleados en labores de tráfico (en su mayoría telefonistas) y conservación. Este número se había reducido a trescientos cincuenta en 1987 por la automatización.

Gran parte de la planta segunda, que había acogido los equipos *Rotary*, se destinó a auditorio, mientras que el nuevo equipo digital *1240* se instaló en el quinto piso, donde aún permanece. La antigua oficina comercial, situada en el crucero del vestíbulo, se destinó a la Colección de Arte. En la entreplanta se habilitó el Museo de las Telecomunicaciones y había otro espacio para las exposiciones temporales. Además, se renovaron todas las instalaciones de servicios. Las obras concluyeron en 1991.

El centro de decisión de Telefónica seguía estando en la planta novena del edificio, con la Sala del Consejo y el despacho del presidente, conservados tal y como los había concebido Cárdenas.

A finales de los años noventa se planteó el traslado de la sede a la zona norte de Madrid, a un nuevo complejo de oficinas que siguiese el modelo de *campus* empresarial, nacido en Estados Unidos, con el objetivo de agrupar todas las oficinas que Telefónica tenía repartidas por Madrid y crear un nuevo hito representativo. La idea no era nueva, se planteó a principios de los setenta y el proyecto se encargó a Julio Cano Lasso, autor de la extraordinaria estación de satélites de Buitrago. Se conservan tres propuestas de una sede tipo *campus* en unos terrenos en la calle Fuentelarreina, pero el proyecto se abandonó también como consecuencia de la crisis económica de 1973.

La historia de la gestación y desarrollo de lo que acabó convirtiéndose en Distrito C excede los límites de esta obra. El hecho relevante es que en 2008 Gran Vía dejó de ser el centro de decisión de Telefónica al inaugurarse lo que entonces se denominaba Distrito C, hoy Distrito Telefónica.

Un cambio de esta naturaleza suele conducir a la venta del edificio. Así pasó con la sede histórica de AT&T en Nueva York, y con otros *telephone palaces* contemporáneos de Gran Vía que se han transformado en viviendas de lujo. No ocurrió lo mismo con

1

Un grupo de empleados de la CTNE estaba en Nueva York con motivo de una visita al cuartel general de ITT cuando se produjo el Viernes Negro. «En el programa de nuestra estancia aquí figuraba una visita a dicho edificio, pero prohibieron la entrada a los curiosos. [...] Parecía que todo estaba infiltrado del nerviosismo que la enorme baja de los valores bursátiles produjo. La gente no hablaba más que de *stock*, y si montabas en el *subway* con dirección a la Bolsa, veías caras descompuestas, preocupadas, y oías conversaciones que giraban sobre el mismo tema», Miguel de Cámara, «Del viaje de nuestros funcionarios a América», *Revista Telefónica Española*, n.º 6 (junio de 1930), pp. 6-28.

2

El corresponsal del *New York Times* escribió en una crónica titulada «Business & Blood», el 19 de abril de 1937: «El único rascacielos auténtico, la Telefónica, no solo ha aguantado el castigo de 42 obuses y bombas, sino que sus conmutadores automáticos de fabricación española continúan prestando servicio de manera eficiente a los más de 53.000 abonados de Madrid, y pese a los horrores de un sitio que está entrando ya en su sexto mes, la gran mayoría de los abonados han seguido pagando sus facturas».

3

Pedro Montoliú, «Telefónica gastará 1.640 millones en reformar su sede central de la Gran Vía», *El País* (31 de mayo de 1988).



Exposición «Historia de las telecomunicaciones» en el Espacio Fundación Telefónica.

Vista del auditorio del Espacio Fundación Telefónica, remodelado en 2012.

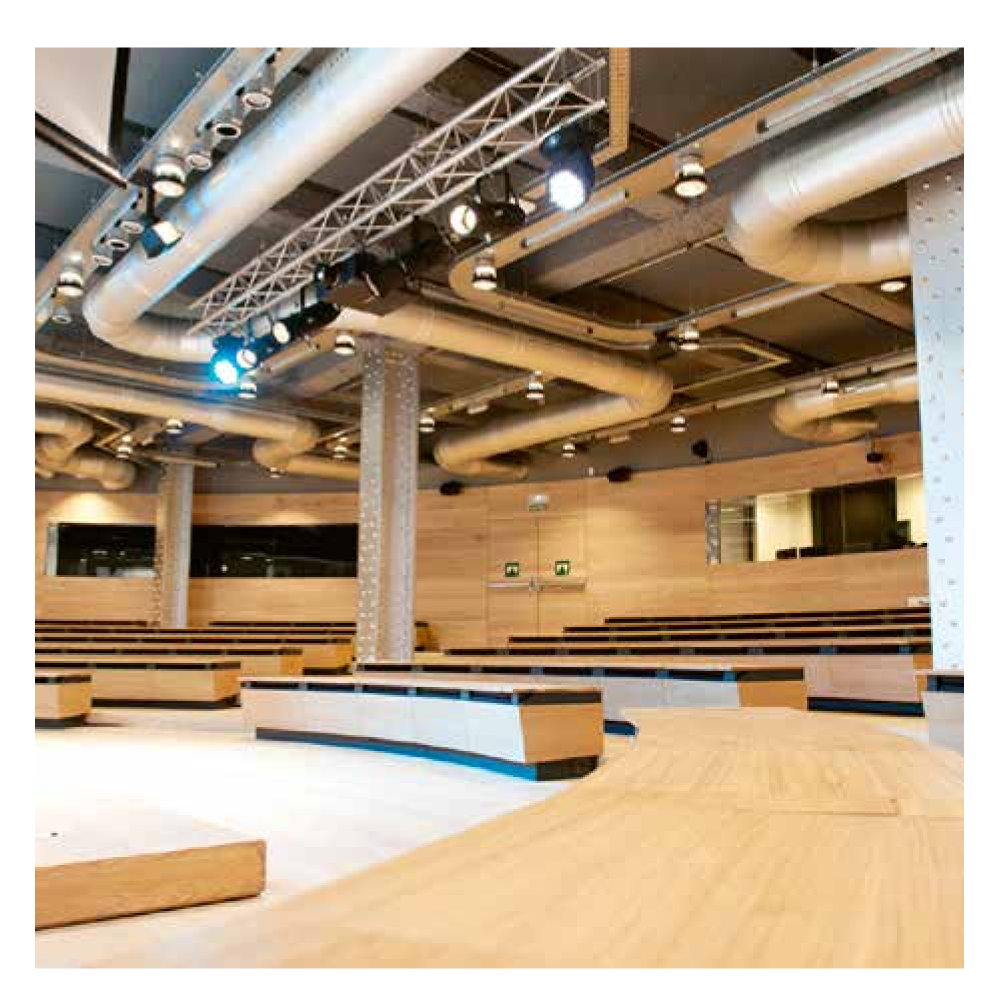
Imagen de la *Flagship Store* de Telefónica en el edificio de Gran Vía. Madrid.

Gran Vía. De las cuatro funciones originales solo se perdió la condición de centro de decisión, no la de central, ni la de icono, ni la de oficina comercial. Esta última se reforzó con la inauguración de la *Flagship Store* en las plantas baja y primera. Se abrió en 2008 coincidiendo con el lanzamiento en exclusiva en España del *iPhone 3G*, del que ya se habló en el capítulo de telefonía móvil.

Entonces se decidió también dar mayor peso a las actividades culturales y convertir Gran Vía en un lugar de creación, reflexión y debate. La transformación preveía la remodelación del auditorio y la creación de salas más amplias en las plantas tercera y cuarta para exposiciones temporales. También hay una muestra permanente sobre historia de las telecomunicaciones en la segunda planta, con piezas de gran valor histórico, como la maqueta del sistema *Rotary* que se utilizó en la exposición del Palacio de Hielo en 1925.

La integración de estos espacios era un reto técnico complejo, porque había que conseguir una circulación vertical fluida e independiente de las escaleras y ascensores del edificio. Este proyecto acabó convirtiéndose en el Espacio Fundación Telefónica, desarrollado por los estudios Quanto Arquitectos y Moneo Brock[4].

La articulación de los espacios se consiguió con una espectacular escalera escultórica, para lo que hubo que practicar hueco en los forjados originales que se habían calculado para resistir una gran carga estructural. También se instaló un ascensor propio del Espacio. En toda la zona reformada, los pilares de acero se dejaron a la vista, recubiertos de pintura ignífuga. También se suprimió el falso techo con lo que las instalaciones de servicio quedan a la vista, resaltando la naturaleza industrial del rascacielos. La inauguración tuvo lugar en mayo de 2012.



Doble página siguiente:

Detalle de la escalera helicoidal realizada con planchas de acero cortén. Proyecto de Quanto Arquitectura y Moneo Brock Studio.

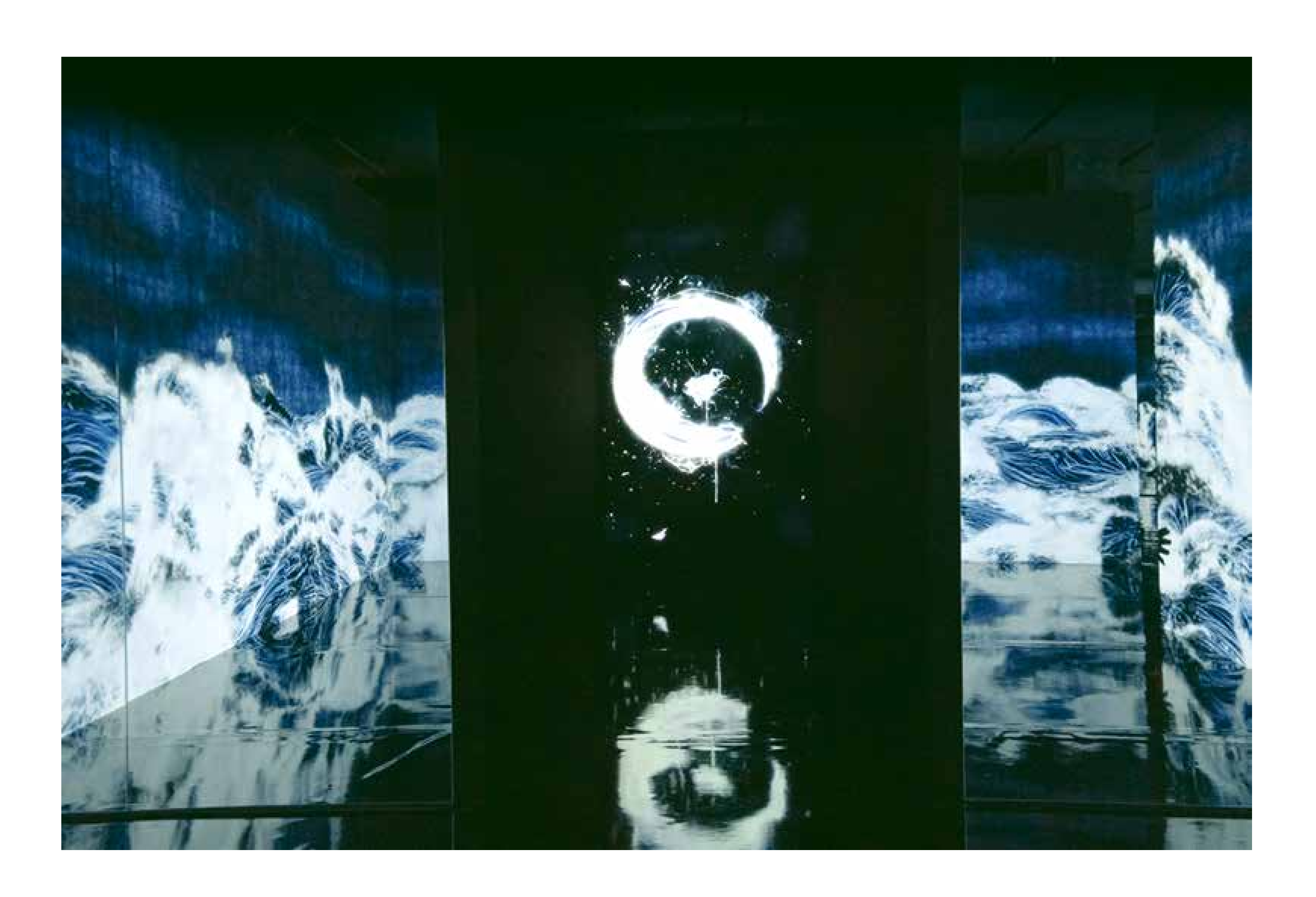
4 M. José Díaz de Tuesta, «Un edificio al desnudo», *El País* (25 de mayo de 2012).


Novedades





Instalación *Black Waves*, del colectivo de arte digital teamLab, en el Espacio Fundación Telefónica, Madrid, 2019.



Exposición «Norman Foster, Futuros Comunes», celebrada en el Espacio Fundación Telefónica, Madrid, 2017.



Desde entonces, el carácter de polo cultural se ha acentuado, con conferencias, coloquios, encuentros y actuaciones, con participación de primeras figuras del pensamiento, la ciencia y la cultura como Yuval Noah Harari, Jane Goodall, Takanori Shibata, Mary Beard, Juliette Binoche, Ken Follet, Walter Isaacson, Andrew Solomon, Jared Diamond, o los premios Nobel Orhan Pamuk, John Maxwell Coetzee, Svetlana Aleksiévich, Jean-Marie Le Clézio y Mario Vargas Llosa, entre otros.

El uso creativo de la tecnología se ha reflejado en la obra de artistas como Ryoji Ikeda o el colectivo teamLab. En otras exposiciones se han abordado algunos de los retos que afronta la sociedad contemporánea como consecuencia de la transformación digital. El impacto de la robótica, la impresión 3D o la inteligencia artificial inspiraron proyectos expositivos como «Nosotros, robots», «3D. Imprimir el mundo» o «Más allá de 2001: Odiseas de la inteligencia».



Maqueta del edificio Gran Vía 28 en la sala de mapas del Espacio Fundacion Telefonica, Madrid.

La tienda de la planta baja, por su parte, no es solo un espacio comercial. Dada la amplitud de las instalaciones se ha especializado en eventos de gran atractivo para el público, como desfiles de moda o exposiciones relacionadas con estrenos de películas y series. En ocasiones las filas de espera han llegado a ser noticia en los medios generalistas, como cuando se estrenó *Star Wars: Los últimos Jedi* en 2017, o en el verano de 2019 con el montaje sobre la serie *Stranger Things*.

La fachada del rascacielos se ha empleado como pantalla gigante para proyectar montajes audiovisuales como en las distintas ediciones de «La noche en blanco». También se usa para dar soporte a campañas solidarias. Desde 2016 cuenta con un sistema de iluminación escénica diseñado por los arquitectos José Antonio Ruiz Jiménez y Cristina González Asenjo. En 2017, se desmontó la antena mástil de la torre, después de cuarenta y cinco años. Dadas las dimensiones, fue necesario cortar la avenida para realizar la obra.

Aunque la sede social de Telefónica S. A. se trasladó a Distrito Telefónica, Gran Vía no ha perdido del todo su capacidad como centro de toma decisiones. Es el cuartel general de la Fundación Telefónica, que ocupa la séptima planta. También es la casa de Telefónica Open Future, de las unidades que integra, como Wayra, y del espacio de *crowdworking* de Madrid.

El rascacielos no ha perdido su uso como central telefónica desde 1929 y sigue sirviendo a los clientes del corazón de Madrid. En la planta quinta se encuentran los bastidores del sistema *1240* junto a modernos equipos de fibra óptica y la torre alberga instalaciones de telefonía móvil. La galería subterránea de la calle Fuencarral resultaría reconocible



Los antiguos escaparates que atraían al público en 1930 son ahora parte de la *Flagship Store* Gran Vía 28, Madrid.

para los empleados de 1929 y por ella se conecta Gran Vía con el resto de la red.

Uno de los principios básicos de la conservación del patrimonio es que la mejor manera de proteger un edificio es mantener su uso original. Si eso no es posible, se corre el riesgo de ruina. Gran Vía 28 es un edificio vivo, no ha dejado de serlo durante sus noventa años de existencia. Ni siquiera en los peores momentos de la Guerra Civil se abandonó. Esta conservación de uso solo resulta posible si el contenedor se adapta a la evolución de la función.

Las telecomunicaciones de 2019 tienen muy poco en común con las de 1929 y el negocio en la era digital en nada se parece al de entonces. Gran Vía 28 ha evolucionado con los tiempos y ha cobijado todas las generaciones tecnológicas sin resultar un activo oneroso, ni un obstáculo para el progreso. Es la encarnación de la clave de la longevidad de Telefónica, la capacidad de anticipación y transformación sin renunciar a la experiencia atesorada.

Detalle del edificio de Gran Vía iluminado con motivo del Día Internacional del Autismo, 2018.



Lista de abreviaturas y acrónimos

ADSL *Asymmetric Digital Subscriber Line*

AT&T *American Telephone and Telegraph*

CATV *Community Antenna Television*

CERN *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*

CID Centro de Investigación y Desarrollo

CIE Centro de Investigación y Estudios

CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

CITESA Compañía Internacional de Telecomunicaciones y Electrónica S. A.

CNMT Comisión Nacional del Mercado de las Telecomunicaciones

COAM Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid

COSESA Comercial de Servicios Electrónicos S. A.

CTNE Compañía Telefónica Nacional de España

DSLAM *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*

ETSIT Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

FAENET Red de centros de Física de Altas Energías

FTTB *Fiber To The Building*

FTTH *Fiber To The Home*

GPS *Global Positioning System*

GSM *Global System for Mobile communications*

HDMI *High-Definition Multimedia Interface*

IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

INTA Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

INTELSAT *International Telecommunications Satellite Organization*

IPTV *IP Television*

ITT *International Telephone and Telegraph*

LED *Light-Emitting Diode*

MAR Sistema de MultiAcceso Rural

MAT [cable submarino] Mediterráneo Atlántico Telefónico

MIC/PCM Modulación por Impulsos Codificados

MIT Massachusetts Institute of Technology

MOOC *Massive Open Online Course*

MORE Modernización del Registrador

NASA *National Aeronautics and Space Administration*

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OTT *Over The Top*

OPTICAN [cable submarino] ÓPTIco CANarias

PIB Producto Interior Bruto

RADAR *Radio Detection and Ranging*

RAE Real Academia Española

RETD Red Especial de Transmisión de Datos

SECOINSA Sociedad Española de Comunicaciones e Informática S. A.

SIM *Subscriber Identity Module*

SITRE Sondeos, Inyecciones y Trabajos Especiales S. A.

SMS *Short Message Service*

TAT [cable submarino] Trans Atlántico Telefónico

TAV Teléfono Automático en Vehículos

TID Telefónica Investigación y Desarrollo

TMA Telefonía Móvil Automática

TVE TeleVisión Española

UCLA *University of California in Los Angeles*

UHD *Ultra High Definition*

UMTS *Universal Mobile Telecommunications System*

UPM Universidad Politécnica de Madrid

URL *Uniform Resource Locator*

USB *Universal Serial Bus*

VHF *Very High Frequency*

VHS *Video Home System*

VSAT *Very Small Aperture Terminal*

EDITA
Telefónica

TEXTOS
Francisco Javier García Algarra

EDITOR Y DIRECTOR DEL PROYECTO
Luis Solana

ASESORÍA EDITORIAL
Julio Linares
Guillermo Fernández Vidal

GABINETE DE PRESIDENCIA
Marta Pizarroso

COORDINACIÓN
Rafael Fernández de Alarcón

FUNDACIÓN TELEFÓNICA
Reyes Esparcia Polo

DEPARTAMENTO DE PATROCINIOS
Amalia Montes
Silvina Díez Ortego

DEPARTAMENTO DE PUBLICIDAD
Elena Cortés

DEPARTAMENTO DE MARCA
Francisco Foncea

DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACIÓN
GERENCIA SIC

PRODUCCIÓN
Ediciones El Viso, Madrid

CONTENIDO DIGITAL
Vector001

IMÁGENES Y VIDEO
Archivo Histórico Fotográfico de Telefónica
Archivo Documental de Telefónica

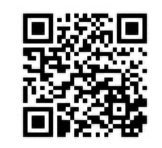
Página 2: El edificio de Gran Vía finalizado, Madrid.
Página 6: Detalle de las vigas de la fachada de la segunda planta del edificio de Gran Vía, Madrid, 1927.

DL: M-36140-2019
Impreso en España

Francisco Javier García Algarra

Ingeniero de telecomunicación y doctor por la Universidad Politécnica de Madrid, doctor en Historia del Arte por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (premio extraordinario) con la tesis «De Gran Vía al Distrito C. El patrimonio arquitectónico de Telefónica». Durante un cuarto de siglo trabajó en Telefónica Investigación y Desarrollo, en proyectos nacionales e internacionales de estructura y operación de redes de telecomunicaciones. Actualmente es el director académico del área de ingeniería del Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital (U-tad).

Este libro dispone de contenido interactivo añadido



Cuando vea un código como este en cualquiera de las páginas del libro, apunte hacia él con la cámara de su *smartphone*, *tablet* o *webcam* de su ordenador y accederá al contenido enriquecido.

Si su dispositivo no reconoce estos códigos de manera nativa, necesitará disponer de un lector de códigos QR. Puede descargarse cualquier lector gratuito de su tienda de aplicaciones y utilizarlo para acceder a los contenidos interactivos.

En el libro encontrará dos tipos de contenidos:

- Un interactivo 3D con la construcción del edificio de Telefónica en la Gran Vía de Madrid. Tocando sobre la pantalla podrá rotar y acercar el edificio para verlo mientras se construye. Tocando o haciendo *click* sobre las fechas de la línea de tiempo, podrá acceder directamente a los hitos constructivos del edificio.
- El resto de contenidos son vídeos ilustrativos que enriquecen los capítulos del libro. Al acceder a dichos contenidos, podrá ver en la pantalla de su dispositivo el vídeo correspondiente.

Telefonica.com/librogranvia

Telefonica